

Universidade de Lisboa  
Faculdade de Medicina Dentária



**Influência do tempo de tratamento térmico pós-polimerização  
na resistência à flexão de resinas bis-acrílicas**

Sara Beatriz Brás Gomes

Orientadores

Professor Doutor Jaime Pereira Fontes de Almeida Portugal

Professora Doutora Ana Filipa Marques Chasqueira

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2020

Universidade de Lisboa  
Faculdade de Medicina Dentária



**Influência do tempo de tratamento térmico pós-polimerização  
na resistência à flexão de resinas bis-acrílicas**

Sara Beatriz Brás Gomes

Orientadores

Professor Doutor Jaime Pereira Fontes de Almeida Portugal

Professora Doutora Ana Filipa Marques Chasqueira

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2020



## Agradecimentos

Ao Professor Doutor Jaime Portugal, meu orientador, por todo o conhecimento transmitido, rigor científico e dedicação. Obrigada pela confiança e por tornar possível a realização desta dissertação.

À Professora Doutora Filipa Chasqueira pela disponibilidade, observações pertinentes e simpatia sempre demonstrada.

À minha dupla, Margarida Venâncio, parceira neste trabalho de investigação, pela amizade sem igual e por todos os momentos passados juntas.

À Ana Marques, Beatriz Nogueira, Catarina Andrade, Joana Antunes e Joana Nogueira, pelo companheirismo e por todas as histórias partilhadas.

Ao meu pai, à minha mãe e aos meus irmãos Rafael, Gonçalo e Lourenço pelo apoio incondicional e compreensão em todo o meu percurso académico.

Ao Pedro, sempre presente, pela motivação.



## Resumo

**Objetivos:** O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento térmico pós-polimerização na resistência à flexão de duas resinas bis-acrílicas.

**Material e Métodos:** Foram fabricados 210 espécimes de cada uma das resinas (Protemp™ 4; Structur® 3), divididos aleatoriamente em 28 grupos (n=15). Para cada material, foram criados 2 grupos controle. Num grupo controle, os testes de resistência à flexão foram realizados 30 minutos após o início da mistura, no outro, foi utilizado um tempo de envelhecimento de 24 horas. Os 24 grupos experimentais foram constituídos de acordo com a resina, tipo (microondas, banho de água a 60 °C, e secador) e duração (1, 2, 3, e 4 minutos) do tratamento térmico. Os testes de resistência à flexão dos 24 grupos experimentais foram realizados 30 minutos após o início da mistura. A análise estatística foi efetuada com testes U de Mann-Whitney, Kruskal-Wallis e *one-way* ANOVA ( $\alpha=0,05$ ).

**Resultados:** Protemp™ 4 apresentou resistência à flexão estatisticamente ( $p<0,001$ ) mais elevada. Foram observadas diferenças estatisticamente significativas ( $p<0,001$ ) entre os 3 tratamentos, tendo o microondas permitido valores mais elevados. O tratamento durante 2 minutos permitiu valores de resistência à flexão significativamente ( $p=0,001$ ) mais elevados que o tratamento durante 1 minuto, mas não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ( $p>0,05$ ) entre 2, 3 e 4 minutos. Em todos os grupos verificaram-se valores de resistência à flexão estatisticamente ( $p<0,001$ ) mais elevados do que os obtidos com 30 minutos de envelhecimento. Excetuando o banho de água durante 1 e 2 minutos e do secador 1 minuto com Structur® 3, todos os tratamentos permitiram resistência à flexão estatisticamente semelhante ou superior ao grupo controle com 24 horas de envelhecimento.

**Conclusões:** O tratamento térmico pós-polimerização com microondas permitiu obter valores de resistência à flexão mais elevados que os restantes métodos. O tratamento térmico deverá ser realizado durante 2 minutos.

**Palavras-chave:** Bis-acrílico; Resistência à Flexão; Propriedades Mecânicas; Tratamento Térmico; Pós-polimerização.

## Abstract

**Objective:** The aim of the present study was to evaluate the effect of post-polymerization heat treatment on the flexural strength of two bis-acrylic resins.

**Material and Methods:** 210 specimens of each resin were manufactured (Protemp™ 4; Structur® 3) randomly divided into 28 groups (n=15). For each material, 2 control groups were created. In a control group, the flexural strength tests were performed 30 minutes after the start of mixing, in the other, a 24-hour aging time was used. The 24 experimental groups were formed according to the resin, type (microwave, water bath at 60 °C, and hair dryer) and duration (1, 2, 3, and 4 minutes) of the heat treatment. The flexural strength tests in the 24 experimental groups were performed 30 minutes after the beginning of the mixture. Statistical analysis was performed with U de Mann-Whitney, Kruskal-Wallis and *one-way* ANOVA tests ( $\alpha=0,05$ ).

**Results:** Protemp™ 4 showed statistically higher flexural strength ( $p<0.001$ ). There were statistically significant differences ( $p<0.001$ ) between the 3 treatments, with the microwave allowing higher values. Conditioning for 2 minutes allowed significantly higher resistance values ( $p=0.001$ ) than treatment for 1 minute, but no statistically significant differences ( $p>0.05$ ) were observed between 2, 3 and 4 minutes. Statistically higher flexion strength values ( $p<0.001$ ) were found in all groups than those obtained with 30 minutes of aging. Except for the water bath for 1 and 2 minutes and the hair dryer 1 minute with Structur® 3, all treatments allowed flexural resistance statistically similar or greater than in the control group with 24 hours of aging.

**Conclusion:** The post-polymerization heat treatment with microwave allowed to obtain higher flexural strength values than the other methods. The heat treatment must be carried out for 2 minutes.

**Keywords:** Bis-acryl; Flexural Strength; Mechanical Properties; Heat Treatment; Post-polymerization.

## Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vi
Lista de Abreviaturas .....	x
Introdução.....	1
Objetivos .....	5
Material e Métodos.....	7
Resultados .....	15
Discussão.....	21
Conclusões .....	25
Referências Bibliográficas .....	26
Apêndices e Anexos .....	29
Dados do grupo experimental P4-st30.....	30
Dados do grupo experimental P4-st24.....	30
Dados do grupo experimental P4-m1 .....	31
Dados do grupo experimental P4-m2 .....	31
Dados do grupo experimental P4-m3 .....	32
Dados do grupo experimental P4-m4 .....	32
Dados do grupo experimental P4-b1 .....	33
Dados do grupo experimental P4-b2 .....	33
Dados do grupo experimental P4-b3 .....	34
Dados do grupo experimental P4-b4 .....	34
Dados do grupo experimental P4-s1.....	35
Dados do grupo experimental P4-s2.....	35
Dados do grupo experimental P4-s3.....	36
Dados do grupo experimental P4-s4.....	36



Dados do grupo experimental S3-st30.....	37
Dados do grupo experimental S3-st24.....	37
Dados do grupo experimental S3-m1 .....	38
Dados do grupo experimental S3-m2 .....	38
Dados do grupo experimental S3-m3 .....	39
Dados do grupo experimental S3-m4 .....	39
Dados do grupo experimental S3-b1 .....	40
Dados do grupo experimental S3-b2 .....	40
Dados do grupo experimental S3-b3 .....	41
Dados do grupo experimental S3-b4 .....	41
Dados do grupo experimental S3-s1 .....	42
Dados do grupo experimental S3-s2.....	42
Dados do grupo experimental S3-s3.....	43
Dados do grupo experimental S3-s4.....	43
Instruções de utilização (Protemp™ 4) .....	44
Instruções de utilização (Structur® 3).....	45

## Índice de Figuras e Tabelas

Figura 1- Resinas bis-acrílicas testadas: A-Protemp™ 4 (3M Deutschland GmbH, Neuss-Alemanha); B- Structur® 3 (VOCO GmbH, Cuxhaven-Alemanha). .....	8
Figura 2- Molde de aço inoxidável utilizado para confecção dos espécimes. ....	8
Figura 3- Imagem de espécimes com as dimensões 25×2×2mm. ....	8
Figura 4- Paquímetro digital utilizado para medir os espécimes. ....	9
Figura 5- Desenho experimental (n=15). P4, Protemp™ 4; S3, Structur® 3; st30, sem tratamento medição aos 30 min; st24, sem tratamento medição às 24 h; m, microondas; b, banho de água 60 °C; s, secador. ....	11
Figura 6- Tratamento térmico pós-polimerização com microondas 700 W em meio seco.....	11
Figura 7- Tratamento térmico pós-polimerização com banho de água a 60 °C ± 1 °C. ....	12
Figura 8- Tratamento térmico pós-polimerização com secador de cabelo convencional de potência 2100 W a 20 cm. ....	12
Figura 9- Espécime a ser testado na máquina de testes mecânicos Instron. ....	13
Figura 10- Gráfico representativo da influência do material na resistência à flexão. Grupos com a mesma letra entre parêntesis não apresentaram diferenças estatisticamente significativas $p>0,05$ . ....	16
Figura 11- Gráfico representativo da distribuição dos valores de resistência à flexão pelos três tratamentos térmicos pós-polimerização realizados. Grupos com a mesma letra entre parêntesis não apresentaram diferenças estatisticamente significativas $p>0,05$ . m, microondas; b, banho de água 60 °C; s, secador a 20 cm. ....	17
Figura 12- Gráfico representativo da distribuição dos valores de resistência à flexão pelos diferentes tempos de tratamento. Grupos com a mesma letra entre parêntesis não apresentaram diferenças estatisticamente significativas $p>0,05$ . ....	18
Figura 13- Gráfico representativo da comparação entre os grupos com tratamento e o grupo sem tratamento aos 30 minutos e às 24 horas relativo ao material Protemp™ 4. ....	19
Figura 14 - Gráfico representativo da comparação entre os grupos com tratamento e o grupo sem tratamento aos 30 minutos e às 24 horas relativo ao material Structur® 3. ....	19
Tabela 1- Características das resinas bis-acrílicas testadas. ....	7
Tabela 2- Divisão dos espécimes em grupos experimentais consoante o bis-acrílico, tipo e duração do tratamento térmico pós-polimerização. ....	10
Tabela 3- Estatística descritiva da resistência à flexão dos 28 grupos experimentais. ....	15

## Lista de Abreviaturas

°C – Grau Celsius

Bis-GMA - Bisfenol A-glicidil-metacrilato

cm – Centímetro

DP – Desvio padrão

h – Horas

IIQ – Intervalo interquartil

kN - Quilonewton

min – Minutos

mm - Milímetro

MPa – MegaPascal

n – Amostra

N – Newton

PMMA – Polimetilmetacrilato

W – Watts

## Introdução

A proteção do dente preparado com material provisório, enquanto a restauração definitiva é confeccionada laboratorialmente, é um procedimento crucial durante o tratamento protético, contribuindo para o sucesso do procedimento clínico.<sup>(1)</sup>

A restauração provisória tem como função proteger o dente e deve preencher requisitos mecânicos adequados para resistir à aplicação de cargas.<sup>(2,3)</sup> Deve ser resistente à remoção, proteger o periodonto, manter a estética, manter a relação com os dentes adjacentes e oponentes promovendo uma função mastigatória normal.<sup>(4,5)</sup> Além disso pode ser utilizada como um meio de diagnóstico em prótese dentária.<sup>(1)</sup>

Os materiais mais frequentemente utilizados para fabricar restaurações provisórias incluem as resinas baseadas em polimetilmetacrilato (PMMA) e as resinas bis-acrílicas.<sup>(6)</sup>

Durante décadas o material utilizado para fabricar restaurações provisórias foi o polimetilmetacrilato autopolimerizável. Tem como vantagens a facilidade de manuseio, é pouco dispendioso, apresenta boa estabilidade marginal e ótima capacidade de polimento.<sup>(5,7)</sup>

No entanto apresenta várias desvantagens clínicas como pouca estabilidade da cor, baixa resistência ao desgaste, elevada contração de polimerização, reação exotérmica podendo ser prejudicial para a polpa, irritação associada ao monómero residual e odor desagradável.<sup>(5,8,9)</sup>

As resinas bis-acrílicas foram introduzidas no final dos anos 90 com o objetivo de ultrapassar as limitações do PMMA.<sup>(7)</sup> Estes materiais são compostos por monómeros de dimetacrilato multifuncionais e partículas de carga. São nanoparticulados, constituídos por ésteres metacrilatos multifuncionais.<sup>(10)</sup> As partículas de carga são responsáveis por um aumento da resistência à abrasão, dureza e resistência mecânica à fratura.<sup>(11)</sup> Enquanto os monómeros de dimetacrilato permitem a formação de ligações cruzadas de alta densidade durante a polimerização, levando a uma maior resistência à flexão do material.<sup>(7,12,13)</sup>

Este novo material ganhou popularidade porque tem uma baixa contração de polimerização, reduzida toxicidade tecidual, boa resistência à abrasão, sabor insignificante, odor desprezível e melhor adaptação marginal, mas uma controversa estabilidade da cor. Além disso, têm uma baixa exotermia da reação de polimerização sendo a probabilidade de causar efeitos iatrogênicos na polpa menor.<sup>(1,5,7,14-16)</sup> Outra vantagem é que eles oferecem um sistema de mistura automática que facilita a manipulação e fornece uma mistura adequada e consistente com menor incorporação de ar e, conseqüentemente, menor porosidade.<sup>(1,5)</sup>

No entanto, apresenta também algumas desvantagens como menor capacidade de polimento, fragilidade e maior custo, o que não é crítico para restaurações unitárias, sendo preferível nestas.<sup>(1,7)</sup>

Em restaurações complexas, múltiplas e de longo prazo o PMMA continua a ser o material de escolha.<sup>(1)</sup>

Outra desvantagem das resinas bis-acrílicas é a sua fraca resistência inicial. Nas primeiras horas após o fabrico, a rigidez e resistência da restauração são baixas e podem ocorrer fraturas. Foi demonstrado que a resistência da resina bis-acrílica aumenta nas 24 horas após a manipulação.<sup>(17-19)</sup>

A resistência inicial dos materiais provisórios é relativamente baixa imediatamente após o fabrico. Tendo em conta que as restaurações provisórias são preparadas no consultório pelo método direto e imediatamente cimentadas no dente preparado, é importante que o material tenha resistência para resistir às forças mastigatórias e evitar a falha precoce da restauração.<sup>(17)</sup>

Ao seleccionar um material para restauração provisória o clínico deve considerar vários fatores, como propriedades físicas (resistência à flexão, dureza, estabilidade dimensional, cor), propriedades de manipulação (tempo de trabalho, tempo de ajustes, possibilidade de reparo), aceitação pelo paciente (dor e sabor) e custo. Não há um material que cumpra todos os requisitos.<sup>(1,13)</sup>

Uma das formas de avaliar a resistência de uma restauração provisória é a sua resistência à flexão.<sup>(17,20)</sup> A resistência à flexão é a capacidade de um material resistir à fratura sob carga de flexão.<sup>(16)</sup> O teste de resistência à flexão envolve uma combinação de forças de resistência à tração e à compressão e inclui elementos do módulo de elasticidade e limite de proporcionalidade. Esta tem acrescida importância quando a restauração provisória é usada por pacientes com hábitos parafuncionais ou quando usada por longos períodos em boca.<sup>(20,21)</sup>

Vários estudos sugerem que existe maior quantidade de monómero residual nas resinas acrílicas autopolimerizáveis comparativamente às fotopolimerizáveis o que pode justificar a menor resistência à fratura das resinas autopolimerizáveis.<sup>(4,22,23)</sup>

Nas resinas autopolimerizáveis o grau de conversão é baixo, enquanto que na ativação por calor obtém-se um grau de conversão superior. O monómero residual atua como plastificante que diminui as propriedades mecânicas da resina acrílica. Além disso, tem potencial para provocar irritação, inflamação ou até reação alérgica.<sup>(4,22,24)</sup>

Vários estudos demonstraram que a conversão de monómeros residuais em polímeros pode ser aumentada utilizando métodos de tratamento térmico pós-polimerização. Métodos

como imersão em água quente, radiação microondas e calor de um secador têm sido identificados como eficazes na diminuição do conteúdo de monómero residual.<sup>(2,4,22,23,25-29)</sup>

Como não há ainda um material que cumpra todos os requisitos, é desejável que se encontrem métodos que permitam melhorar as propriedades mecânicas dos materiais existentes. Estes métodos devem ser simples e passíveis de ser realizados em consultório, num tempo curto.

Os materiais de restauração provisórios são mais frágeis que os definitivos, e mesmo quando as restaurações provisórias estão bem executadas, às vezes falham antes da restauração definitiva estar concluída. Assim, conhecer os processos de fabrico e os métodos que podem melhorar as propriedades mecânicas destes materiais é importante para o sucesso da restauração, principalmente quando usada por longos períodos.<sup>(4,20)</sup>

Existe pouca literatura quanto aos efeitos do tratamento térmico pós-polimerização nas propriedades mecânicas das resinas bis-acrílicas, por ser um material mais recente.<sup>(4)</sup> Assim, são necessários mais estudos sobre as propriedades deste tipo de resina, nomeadamente o efeito dos diferentes tratamentos térmicos pós-polimerização na resistência à flexão no momento de inserção da prótese provisória em boca.



## Objetivos

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do tratamento térmico pós-polimerização na resistência à flexão de duas resinas bis-acrílicas de acordo com as seguintes hipóteses:

H0<sub>1</sub> – Não existem diferenças entre os valores de resistência à flexão dos dois materiais testados.

H1<sub>1</sub> – Existem diferenças entre os valores de resistência à flexão dos dois materiais testados.

H0<sub>2</sub> – O tipo de tratamento térmico pós-polimerização não influencia os valores de resistência à flexão.

H1<sub>2</sub> – O tipo de tratamento térmico pós-polimerização influencia os valores de resistência à flexão.

H0<sub>3</sub> – A duração do tratamento térmico pós-polimerização não influencia os valores de resistência à flexão.

H1<sub>3</sub> – A duração do tratamento térmico pós-polimerização influencia os valores de resistência à flexão.

H0<sub>4</sub> – Não existem diferenças entre os valores de resistência à flexão dos grupos experimentais com tratamento térmico pós-polimerização e o grupo controle avaliado 30 minutos após o início da mistura.

H1<sub>4</sub> – Existem diferenças entre os valores de resistência à flexão dos grupos experimentais com tratamento térmico pós-polimerização e o grupo controle avaliado 30 minutos após o início da mistura.

H0<sub>5</sub> – Não existem diferenças entre os valores de resistência à flexão dos grupos experimentais com tratamento térmico pós-polimerização e o grupo controle avaliado ao fim de 24 horas.

H1<sub>5</sub> – Existem diferenças entre os valores de resistência à flexão dos grupos experimentais com tratamento térmico pós-polimerização e o grupo controle avaliado ao fim de 24 horas.





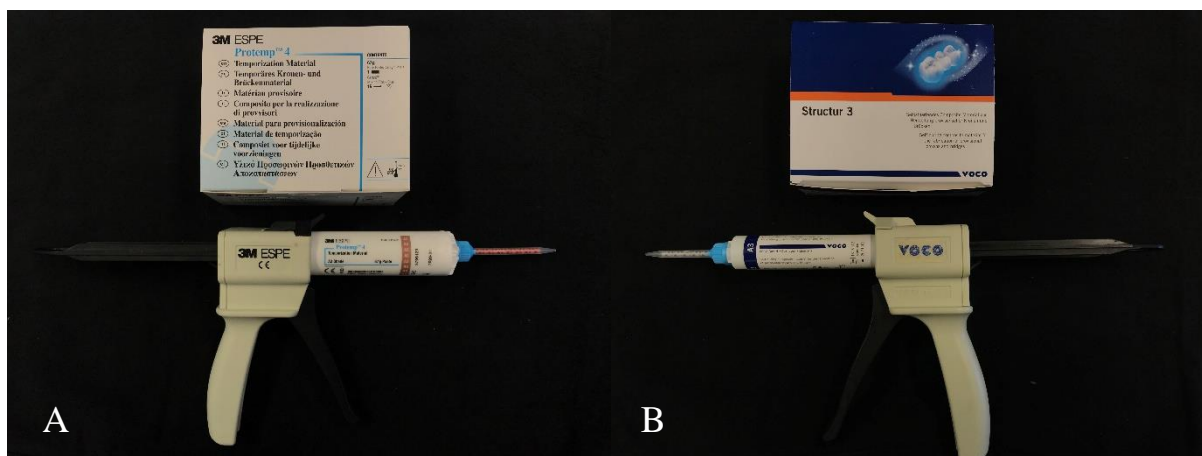
## Material e Métodos

### 1. Preparação de espécimes

Duas resinas bis-acrílicas autopolimerizáveis disponíveis no mercado foram testadas: Protemp™ 4 (3M ESPE, Deutschland GmbH, Neuss, Alemanha) e Structur® 3 (VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha) ambas de cor A3 (Tabela 1 e Figura 1).

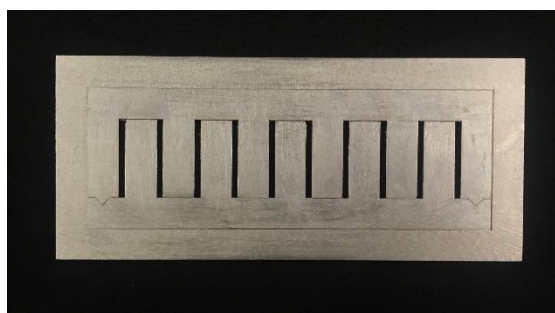
Tabela 1- Características das resinas bis-acrílicas testadas.

Material	Abreviatura	Fabricante/Lote/ Validade	Composição
Protemp™ 4	P4	3M Deutschland GmbH, Neuss – Alemanha  3799129  2020-01-31	<b>Catalisador:</b> (etanol, 2,2'- [(1-metil etileno) bis (4,1 metil benzeno)] bis-diacetato Ácido benzil-fenil-barbitúrico Sílica tratada com silano Ter-butilperoxi-3,5,5-trimetil hexanoato) <b>Base:</b> (Metacrilato (BIS GMA 6) Sílica amorfa tratada com silano Produtos de reação 1,6- di- isocianatotexano com 2- [(2- metacriloil)etil]6-hidroxi hexanoato e 2- hidroxietil metacrilato (DESMA) Sílica tratada com silano)
Structur® 3	S3	VOCO GmbH, Cuxhaven – Alemanha  1949593  2021-12	<b>Catalisador:</b> Uretano dimetacrilato Bis-GMA Peróxido de benzoílo <b>Base:</b> Uretano dimetacrilato



*Figura 1- Resinas bis-acrílicas testadas: A-Protemp™ 4 (3M Deutschland GmbH, Neuss-Alemanha); B- Structur® 3 (VOCO GmbH, Cuxhaven-Alemanha).*

Para fabricar os espécimes de resina bis-acrílica foi usado um molde de aço inoxidável com 10 compartimentos com uma dimensão de 25x2x2 mm de acordo com as normas ISO 4049: 2000 (Figuras 2 e 3).



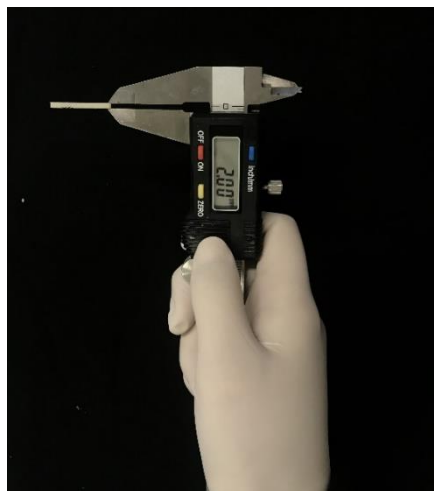
*Figura 2- Molde de aço inoxidável utilizado para confecção dos espécimes.*



*Figura 3- Imagem de espécimes com as dimensões 25×2×2mm.*

Cada resina foi manipulada de acordo com as instruções do fabricante e inserida no molde previamente vaselinado, colocado sobre uma folha de acetato e uma placa de vidro. Sobre o molde foi colocada uma segunda folha de acetato e uma placa de vidro e exercida pressão digital sobre esta para deslocar o excesso de material para fora do molde. Após o período de polimerização indicado pelo fabricante (4 minutos para o Structur® 3 e 5 minutos para o Protemp™ 4), os espécimes foram retirados do molde cuidadosamente, e as suas arestas regularizadas com auxílio de um bisturi. Todos os espécimes que apresentavam poros, irregularidades ou fraturas foram descartados e substituídos.

A precisão das dimensões foi verificada com um paquímetro digital (Fischer Darex, Le Chambon Feugerolles, França) com uma precisão de 0,01 mm (Figura 4).



*Figura 4- Paquímetro digital utilizado para medir os espécimes.*

Foi fabricado um total de 420 espécimes, 210 de cada material. Após o fabrico, os espécimes foram divididos aleatoriamente em 28 grupos experimentais ( $n=15$ ), de acordo com as combinações possíveis entre resina bis-acrílica, tipo e tempo de tratamento térmico pós polimerização (Tabela 2). Os tratamentos térmicos pós-polimerização foram imediatamente realizados após a verificação da dimensão dos espécimes. Todos os procedimentos foram efetuados de forma padronizada pelo mesmo operador.

## 2. Tratamento térmico pós-polimerização

Três tipos diferentes de tratamento térmico pós-polimerização foram testados: ação de microondas a 700 W (Electronia, P70B17L-DE); imersão em água a 60 °C numa cuba (J.P. Selecta, Precistern, Espanha); e exposição a calor gerado por um secador convencional (Philips ThermoProtect 2100 W, PHILIPS NL9206AD-4 Drachten) a uma distância de 20 cm. Para todos os tipos de tratamento térmico foram utilizados 4 períodos de exposição ao calor: 1, 2, 3 e 4 minutos.

Tabela 2- Divisão dos espécimes em grupos experimentais consoante o bis-acrílico, tipo e duração do tratamento térmico pós-polimerização.

Material	Tipo de tratamento térmico pós-polimerização	Duração de tratamento	Grupo experimental
Protemp™ 4	Sem tratamento	–	P4-st30
	Sem tratamento 24 h	–	P4-st24
	Microondas a 700 W	1 minuto	P4-m1
	Microondas a 700 W	2 minutos	P4-m2
	Microondas a 700 W	3 minutos	P4-m3
	Microondas a 700 W	4 minutos	P4-m4
	Banho de água a 60 °C	1 minuto	P4-b1
	Banho de água a 60 °C	2 minutos	P4-b2
	Banho de água a 60 °C	3 minutos	P4-b3
	Banho de água a 60 °C	4 minutos	P4-b4
	Secador	1 minuto	P4-s1
	Secador	2 minutos	P4-s2
	Secador	3 minutos	P4-s3
	Secador	4 minutos	P4-s4
Structur® 3	Sem tratamento	–	S3-st30
	Sem tratamento 24 h	–	S3-st24
	Microondas a 700 W	1 minuto	S3-m1
	Microondas a 700 W	2 minutos	S3-m2
	Microondas a 700 W	3 minutos	S3-m3
	Microondas a 700 W	4 minutos	S3-m4
	Banho de água a 60 °C	1 minuto	S3-b1
	Banho de água a 60 °C	2 minutos	S3-b2
	Banho de água a 60 °C	3 minutos	S3-b3
	Banho de água a 60 °C	4 minutos	S3-b4
	Secador	1 minuto	S3-s1
	Secador	2 minutos	S3-s2
	Secador	3 minutos	S3-s3
	Secador	4 minutos	S3-s4

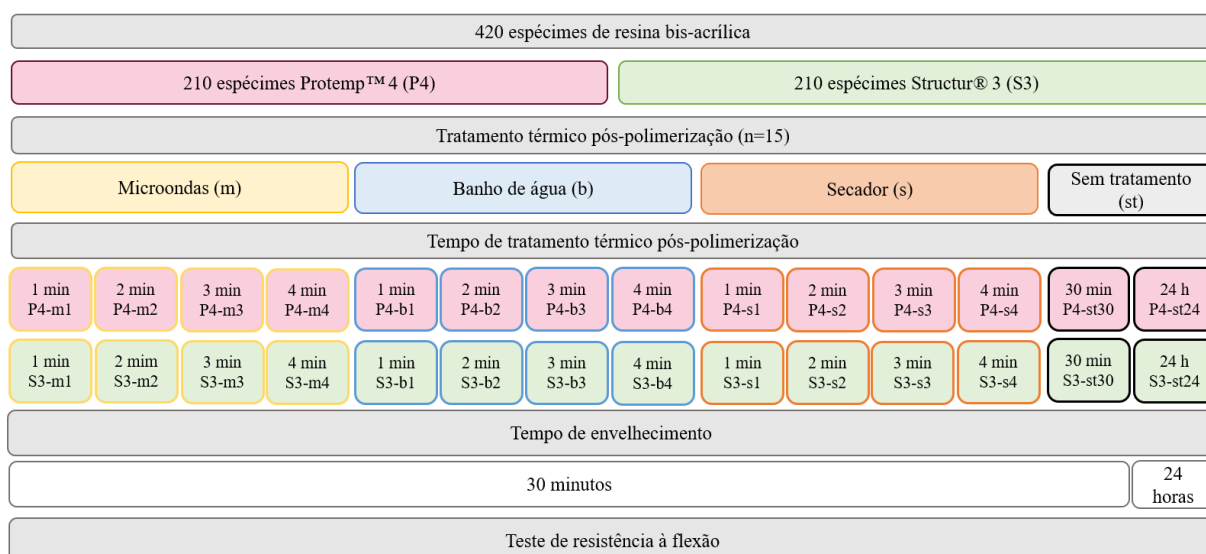


Figura 5- Desenho experimental (n=15). P4, Protemp™ 4; S3, Structur® 3; st30, sem tratamento medição aos 30 min; st24, sem tratamento medição às 24 h; m, microondas; b, banho de água 60 °C; s, secador.

No grupo de tratamento térmico pós-polimerização com microondas, os espécimes foram colocados sobre o prato de vidro do microondas de 700 W (Electronia, P70B17L-DE).



Figura 6- Tratamento térmico pós-polimerização com microondas 700 W em meio seco.

No tratamento térmico pós-polimerização com banho água a 60 °C, os espécimes foram colocados num godé de vidro e imersos em água aquecida a 60 °C ± 1 °C numa cuba (J.P. Selecta, Precistern, Espanha). A temperatura foi verificada com um termómetro. Após o tratamento, os espécimes foram secos com um papel absorvente.



*Figura 7- Tratamento térmico pós-polimerização com banho de água a 60 °C  $\pm$  1 °C.*

Por último, no grupo de tratamento térmico pós-polimerização com secador de cabelo convencional de 2100 W, os espécimes foram colocados num godé de vidro e submetidos à ação do calor produzido por um secador (Philips ThermoProtect 2100 W, PHILIPS NL9206AD-4 Drachten) a uma distância de 20 cm dos mesmos. A temperatura dentro do godé foi monitorizada em cada um dos tratamentos. No tratamento de 1 minuto a temperatura atinge entre os 60 °C a 65 °C; no de 2 minutos, 70 °C; no de 3 minutos, 75 °C e no de 4 minutos 80 °C.



*Figura 8- Tratamento térmico pós-polimerização com secador de cabelo convencional de potência 2100 W a 20 cm.*

Após o tratamento térmico pós-polimerização realizado, os espécimes foram armazenados em ambiente seco a temperatura ambiente ( $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) até ao teste. Os espécimes utilizados para os grupos controlo foram armazenados à temperatura ambiente, desde a confeção até ao momento em que o teste de resistência à flexão foi realizado e não foram submetidos a nenhum tratamento térmico pós-polimerização. Todos os espécimes foram testados 30 minutos após o início da mistura, com exceção do grupo sem tratamento testado às 24 horas.

### 3. Resistência à flexão

A resistência à flexão foi medida utilizando uma máquina de testes mecânicos universal Instron, modelo 4502, nº de série: H3307 (Instron Ltd., Bucks, HP12 3SY, Inglaterra) (Figura 9), utilizando o sistema de 3 pontos com um suporte inferior fixo, apresentando duas hastes posicionadas a uma distância de 20 mm entre os seus centros, e uma terceira haste, no braço superior móvel, colocada entre e paralela às anteriores, a movimentar-se, no sentido descendente, a uma velocidade de 0.75 mm/min, com uma célula de carga de 1kN. A carga no momento da fratura foi registada em MegaPascal (MPa). A resistência à flexão foi calculada através da seguinte fórmula:

$$\alpha = \frac{3Fl}{2bh^2}$$

Onde  $\alpha$  é o módulo de resistência à flexão (MPa), F é a força medida no momento da fratura (N), l é a distância em milímetros entre os suportes (com uma precisão de  $\pm 0,01\text{ mm}$ ), b é a largura da amostra medida antes dos testes (mm) e h é a altura da amostra medida imediatamente antes dos testes (mm).



*Figura 9- Espécime a ser testado na máquina de testes mecânicos Instron.*



#### 4. Análise Estatística

A análise estatística foi realizada usando o programa estatístico SPSS 25.0 (SPSS Inc., Chicago, EUA).

Não se tendo verificado a normalidade da distribuição da amostra e a homogeneidade da variância pelos testes Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente ( $p < 0,05$ ), para determinação da influência do material bis-acrílico e do tipo e duração do tratamento térmico na resistência à flexão foram utilizados testes não paramétricos. Para comparar os materiais foi usado o teste U de Mann-Whitney ( $\alpha = 0,05$ ). Foram utilizados testes de Kruskal-Wallis seguido de comparações múltiplas para avaliar a influencia do tipo e duração do tratamento sobre a resistência à flexão ( $\alpha = 0,05$ ).

Após verificação de normalidade da distribuição da amostra e a homogeneidade da variância pelos testes Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente ( $p > 0,05$ ), foram utilizados testes estatísticos *one-way* ANOVA, seguido de testes *post-hoc* segundo Dunnett ( $\alpha = 0,05$ ) para comparação dos grupos experimentais com os respectivos grupos controle.

## Resultados

Tabela 3- Estatística descritiva da resistência à flexão dos 28 grupos experimentais.

Material	Tratamento	Tempo	Grupo experimental	Resistência à Flexão (MPa)	
				Média (DP)	Mediana (IIQ)
P4	Sem tratamento	–	P4-st30	73,2 (19,02)	72,1 (21,60)
	Sem tratamento 24 h	–	P4-st24	166,1 (24,55)	172,9 (34,02)
	Microondas	1 min	P4-m1	164,7 (24,55)	162,0 (51,31)
		2 min	P4-m2	203,5 (39,10)	206,0 (49,13)
		3 min	P4-m3	224,4 (33,39)	224,9 (59,25)
		4 min	P4-m4	222,5 (31,38)	225,3 (57,07)
	Banho de água (60 °C)	1 min	P4-b1	137,3 (25,52)	143,8 (47,27)
		2 min	P4-b2	158,1 (23,82)	164,3 (44,58)
		3 min	P4-b3	177,5 (19,09)	182,4 (19,42)
		4 min	P4-b4	175,1 (21,80)	178,4 (38,10)
	Secador	1 min	P4-s1	141,3 (30,94)	127,9 (37,52)
		2 min	P4-s2	176,4 (32,82)	175,6 (45,34)
		3 min	P4-s3	213,0 (25,90)	212,3 (30,77)
		4 min	P4-s4	204,9 (24,85)	202,3 (21,89)
S3	Sem tratamento	–	S3-st30	67,7 (18,82)	64,5 (38,23)
	Sem tratamento 24 h	–	S3-st24	143,8 (20,87)	141,8 (37,38)
	Microondas	1 min	S3-m1	129,7 (23,52)	133,8 (29,99)
		2 min	S3-m2	140,7 (24,95)	143,2 (31,69)
		3 min	S3-m3	153,2 (20,71)	157,5 (18,96)
		4 min	S3-m4	151,5 (22,73)	157,8 (27,75)
	Banho de água (60 °C)	1 min	S3-b1	100,01 (20,67)	93,2 (36,65)
		2 min	S3-b2	106,9 (13,83)	104,9 (17,18)
		3 min	S3-b3	129,0 (15,92)	131,1 (24,93)
		4 min	S3-b4	132,5 (21,15)	129,4 (34,22)
	Secador	1 min	S3-s1	112,9 (22,34)	108,1 (41,17)
		2 min	S3-s2	134,5 (19,63)	140,4 (19,62)
		3 min	S3-s3	129,8 (19,30)	131,3 (40,08)
		4 min	S3-s4	133,6 (27,18)	133,5 (30,39)

*P4, Protemp™ 4; S3, Structur® 3; st30, sem tratamento medição aos 30 minutos; st24, sem tratamento medição às 24 horas; m, microondas; b, banho de água 60 °C; s, secador a 20 cm.*

A resistência à flexão variou entre 67,7 MPa no grupo S3-st30 e 222,5 MPa no grupo P4-m4 (Tabela 3).

O teste U de Mann-Whitney evidenciou que a resistência à flexão é influenciada de uma forma estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ) pelo tipo de material (Figura 10), com o Protemp™ 4 a apresentar uma resistência à flexão mais elevada que o Structur® 3.

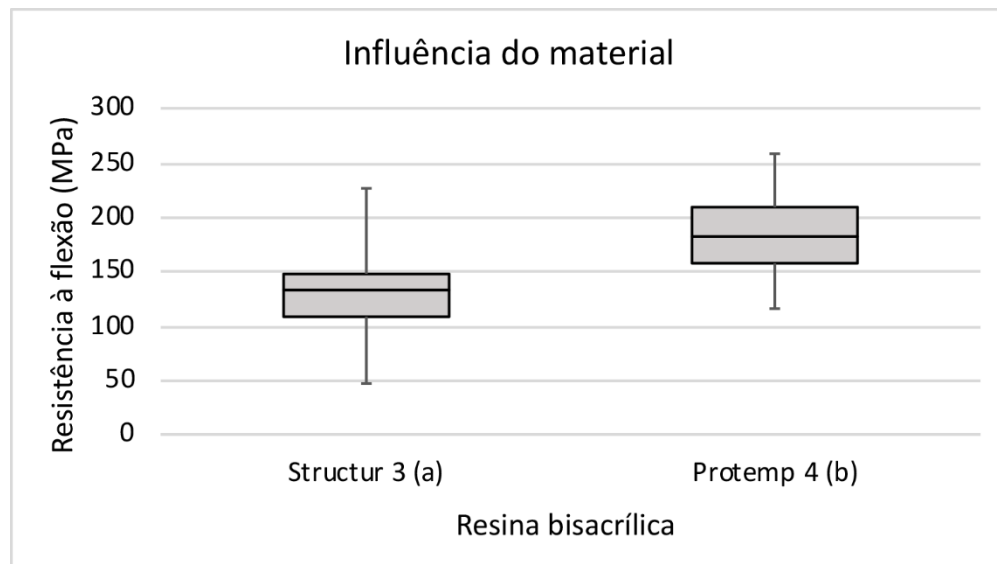


Figura 10- Gráfico representativo da influência do material na resistência à flexão. Grupos com a mesma letra entre parêntesis não apresentaram diferenças estatisticamente significativas  $p > 0,05$ .

O teste Kruskal-Wallis mostrou que a resistência à flexão é estatisticamente influenciada ( $p < 0,001$ ) pelo tipo de tratamento térmico pós-polimerização (Figura 11). O tratamento térmico com microondas conduziu a valores de resistência à flexão significativamente mais elevados do que os obtidos tanto com o secador ( $p = 0,007$ ) como com o banho de água ( $p < 0,001$ ). Por sua vez, o secador conduziu a valores de resistência à flexão estatisticamente ( $p = 0,026$ ) maiores que os observados com o banho de água.

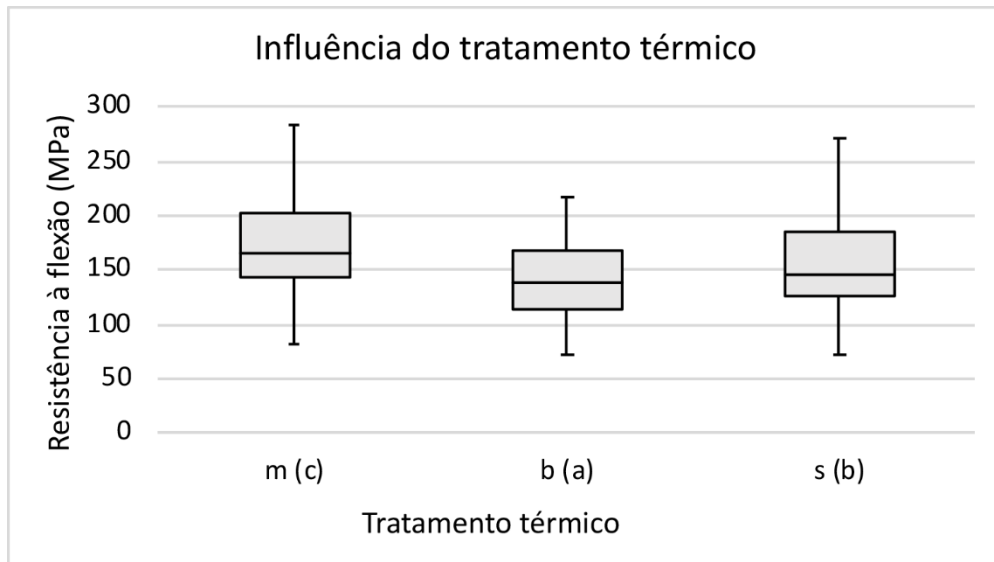


Figura 11- Gráfico representativo da distribuição dos valores de resistência à flexão pelos três tratamentos térmicos pós-polimerização realizados. Grupos com a mesma letra entre parêntesis não apresentaram diferenças estatisticamente significativas  $p > 0,05$ . m, microondas; b, banho de água 60 °C; s, secador a 20 cm.

O teste Kruskal-Wallis mostrou que a resistência à flexão é estatisticamente influenciada ( $p < 0,05$ ) pela duração do tratamento térmico pós-polimerização. O tratamento durante 1 minuto conduziu a valores de resistência à flexão estatisticamente inferiores que os obtidos com 2 minutos ( $p = 0,001$ ), 3 minutos ( $p < 0,001$ ) e 4 minutos ( $p < 0,001$ ). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) nas restantes comparações múltiplas efetuadas. (Figura 12).

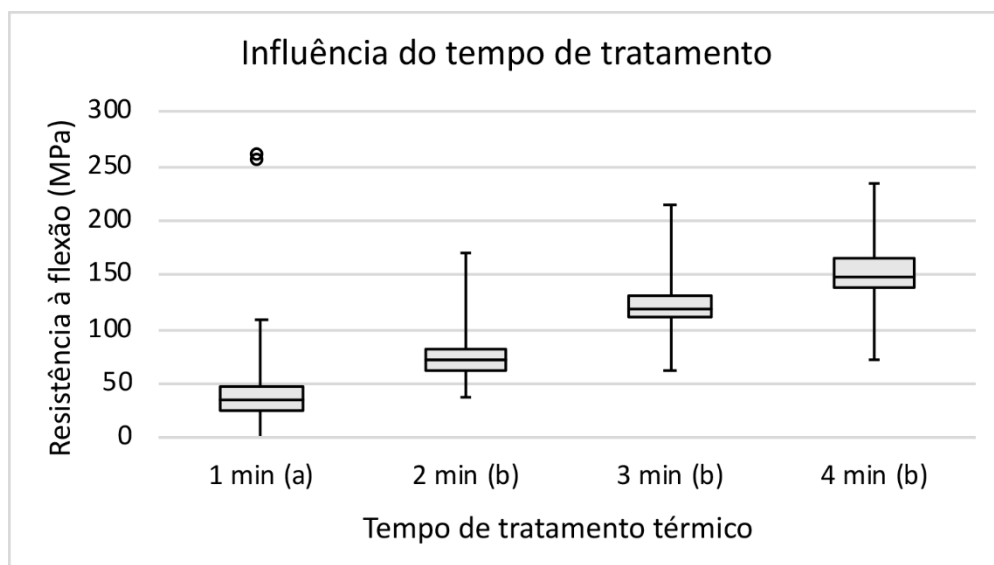


Figura 12- Gráfico representativo da distribuição dos valores de resistência à flexão pelos diferentes tempos de tratamento. Grupos com a mesma letra entre parêntesis não apresentaram diferenças estatisticamente significativas  $p > 0,05$ .

Os testes *one-way* ANOVA seguidos de testes *post-hoc* segundo Dunnet mostraram que com todos os grupos experimentais foi obtida uma resistência à flexão estatisticamente ( $p < 0,001$ ) mais elevada da obtida aos 30 minutos sem tratamento, em ambos os materiais (Figuras 13 e 14). Por outro lado, para a maioria dos grupos experimentais não foram detetadas diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) relativamente à resistência à flexão observada no respetivo grupo controlo das 24 horas. Para o Protemp™ 4, os tratamentos m2, m3, m4, s3 e s4 até permitiram obter valores de resistência à flexão estatisticamente ( $p < 0,05$ ) mais elevados que os obtidos neste grupo controlo. Apenas para com o Structur® 3 e com os tratamentos b1, b2 e s1 se obteve resistência à flexão significativamente inferior ( $p < 0,05$ ) que os observados no respetivo grupo controlo das 24 horas.

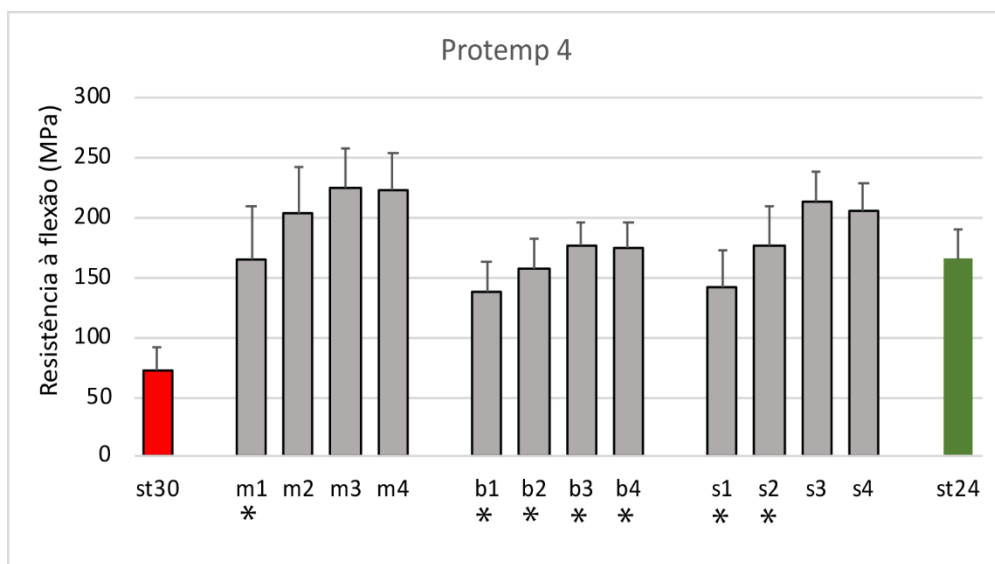


Figura 13- Gráfico representativo da comparação entre os grupos com tratamento e o grupo sem tratamento aos 30 minutos e às 24 horas relativo ao material *Protemp™ 4*.

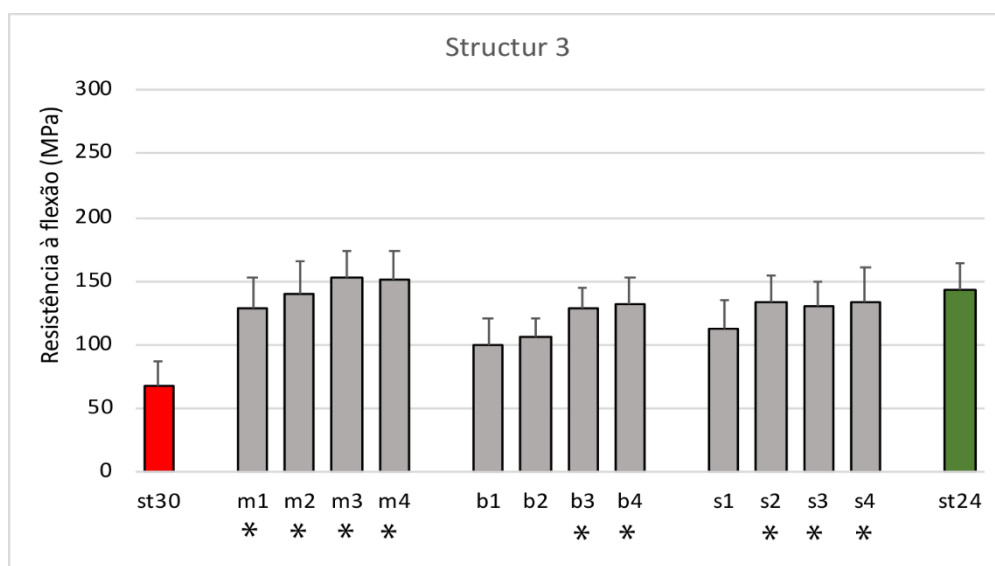


Figura 14 - Gráfico representativo da comparação entre os grupos com tratamento e o grupo sem tratamento aos 30 minutos e às 24 horas relativo ao material *Structur® 3*.



## Discussão

As restaurações provisórias representam um passo essencial do tratamento protético fixo. Estas devem obedecer a critérios que diferem pouco da restauração definitiva à qual precedem.<sup>(1,14)</sup> Geralmente a restauração provisória é utilizada durante um curto período de tempo, mas existem casos em que é necessária uma utilização prolongada.<sup>(14)</sup> Assim, é importante que a restauração provisória tenha uma resistência à flexão adequada à longevidade necessária bem como em casos de pacientes com hábitos parafuncionais em que são exercidas forças maiores.<sup>(17,18,20)</sup> Foram introduzidos no mercado materiais bis-acrílicos, os quais têm vindo a ser cada vez mais utilizados. No entanto não existe disponível muita informação sobre as características e desempenho deste material provisório.<sup>(5)</sup>

Um dos pontos fracos deste material é a sua baixa resistência mecânica inicial. Nas primeiras horas após o manuseamento podem ocorrer fraturas devido à sua baixa resistência à flexão.<sup>(29)</sup> Foi demonstrado que a resistência à flexão do material aumenta ao longo do tempo após a manipulação e que tende a estabilizar às 24 horas.<sup>(19,29,30)</sup>

De forma a aumentar a resistência à flexão das resinas bis-acrílicas surgiram na literatura várias técnicas, tais como de imersão em água quente, radiação por microondas e calor proveniente de um secador de cabelo, com o foco no aumento do grau de conversão.<sup>(19,22,25,26,29)</sup>

Assim o objetivo deste estudo foi determinar, para as duas resinas bis-acrílicas testadas, qual o método mais eficaz, ou seja, o tratamento que permite a obtenção de resistência à flexão semelhante às 24 horas no menor espaço de tempo e que seja possível de realizar facilmente em ambiente clínico.

O material Protemp™ 4 apresentou valores superiores de resistência à flexão quando comparado com o Structur® 3. Assim é rejeitada a primeira hipótese nula. As diferenças entre as duas resinas bis-acrílicas podem ser explicadas pelas diferenças nas características e composição dos materiais, nomeadamente a quantidade e tipo de partículas de carga.<sup>(5,16,29,31)</sup> Num estudo anterior em que resinas bis-acrílicas foram submetidas a análises óticas, superficiais, físico-químicas e mecânicas, obteve-se que as propriedades e características testadas foram amplamente influenciados pelo tipo de material testado.<sup>(5)</sup> Estes resultados estão de acordo com um estudo anterior em que o Protemp™ 4 obteve uma maior resistência à flexão.<sup>(29)</sup>



Os tratamentos térmicos realizados resultaram em diferentes resultados de resistência à flexão. É também rejeitada a segunda hipótese nula, ou seja, o tipo de tratamento térmico influencia os valores de resistência à flexão.

O tratamento com radiação por microondas foi o tratamento com melhores resultados em ambos os materiais testados. Estes resultados são também demonstrados por estudos anteriores que testaram o efeito da radiação por microondas em resinas acrílicas autopolimerizáveis.<sup>(28,32,33)</sup> Este aumento da resistência à flexão pode ser explicado pela extensão da reação de polimerização adicional produzida pelo calor gerado durante a radiação por microondas que resulta na diminuição da quantidade de monómero residual, melhorando as propriedades mecânicas das resinas.<sup>(22-24,33)</sup> A redução de monómero residual pode também derivar da sua volatilização pelo aquecimento gerado pelo microondas.<sup>(24,34)</sup> Uma explicação para o melhor resultado com microondas, é a realização do tratamento em meio seco, pois a absorção de água pela resina acrílica pode levar à plastificação da resina.<sup>(5,28,29)</sup>

Apesar dos valores de resistência à flexão, verificados com os tratamentos banho de água a 60 °C e aquecimento com secador de cabelo, serem inferiores aos valores obtidos com o tratamento com radiação por microondas, estes métodos parecem ser também eficazes para o aumento da resistência à flexão do bis-acrílico, ambos permitem obter valores superiores aos obtidos quando nenhum tratamento é realizado, o que é corroborado por estudo anterior.<sup>(29)</sup> Nesse mesmo estudo, o banho de água a 60 °C foi o método com melhores resultados, o que não se verifica no presente estudo.<sup>(29)</sup> O aumento da resistência à flexão como resultado da imersão em banho de água quente pode ser explicado pela extensão da reação de polimerização, à semelhança dos outros dois tratamentos realizados.<sup>(4,23)</sup> O calor proveniente da água aquecida ativa a reação química entre monómeros e polímeros, conduz a um maior grau de conversão que resulta na diminuição do monómero livre.<sup>(2,11,29,34)</sup> Outra explicação é a difusão de monómeros na água, esta difusão é dependente da temperatura da água, ou seja, a temperaturas mais altas há uma maior difusão e assim uma menor quantidade de monómero livre.<sup>(22,27,29)</sup> Estudos anteriores demonstraram que a imersão em água pode afetar a adaptação da restauração provisória por aumentar a discrepância marginal e tornar as superfícies rugosas.<sup>(2,16)</sup> No entanto, nesses estudos a imersão em água foi realizada durante a polimerização e não após, como no presente estudo. Não existem informações quanto ao uso do secador de cabelo nas propriedades dos materiais utilizados para restaurações provisórias. O aumento da resistência à flexão deriva do processo de aquecimento que pode estar relacionado com o aumento do grau de conversão à semelhança do que acontece com o tratamento térmico pós-polimerização com radiação por microondas.

Dos diferentes tempos de tratamento testados neste estudo, o tempo de 2 minutos revelou-se o mais adequado. O tratamento pós-polimerização por 2 minutos é eficaz (resistência à flexão igual ou superior à obtida às 24 horas) com radiação por microondas e por aquecimento com o secador. O tratamento durante 2 minutos revelou-se melhor do que com 1 minuto, e não existe vantagem em utilizar um tempo de tratamento pós-polimerização superior a 2 minutos porque não foram encontrados resultados diferentes entre os tempos 2, 3 e 4 minutos. Desta forma, a terceira hipótese nula é rejeitada.

É importante que a resina bis-acrílica tenha resistência à flexão adequada para suportar as forças mastigatórias imediatamente após a colocação em boca. Todos os grupos experimentais permitiram obter valores de resistência à flexão superiores aos obtidos aos 30 minutos sem tratamento. É rejeitada a quarta hipótese nula.

Foi possível obter uma resistência à flexão aos 30 minutos, semelhante às 24 horas, com tratamento térmico pós-polimerização por radiação com microondas durante 1 minuto, com banho de água a 60 °C durante 2 minutos e com aquecimento por secador durante 1 minuto para o material Protemp™ 4. Obtiveram-se ainda valores de resistência à flexão superiores aos obtidos às 24 horas com tratamento térmico pós-polimerização com radiação por microondas durante 2 minutos e aquecimento por secador durante 3 minutos. Com o material Structur® 3 foi possível obter resultados semelhantes aos obtidos às 24 horas com o tratamento térmico pós-polimerização por radiação com microondas durante 1 minuto, com banho de água a 60 °C por 3 minutos e com aquecimento por secador durante 2 minutos. No entanto, com os tratamentos banho de água a 60 °C durante 1 e 2 minutos e secador durante 1 minuto os valores de resistência à flexão obtidos foram inferiores aos obtidos às 24 horas sem tratamento. Assim é rejeitada a quinta hipótese nula. Estes resultados são corroborados por um estudo anterior em que foi demonstrado que alguns tratamentos permitem obter resistência à flexão “imediata” igual ou superior às 24 horas.<sup>(29)</sup>

Neste estudo os espécimes foram fabricados de forma a terem uma superfície lisa e dimensões pré-estabelecidas de acordo com as normas, o que não acontece com as restaurações provisórias fixas que têm uma superfície irregular com zonas côncavas e convexas com diferentes espessuras, o que pode influenciar os resultados obtidos.<sup>(12)</sup>

Por este estudo ser realizado *in vitro*, não estão reunidas as condições existentes na cavidade oral, assim não é adequado estabelecer relações diretas e extrapolar resultados obtidos para ambiente clínico. Seria interessante em estudos posteriores inserir variáveis que tentem mimetizar as condições ambientais da cavidade oral.

É também importante, realizar estudos futuros que avaliem a influência dos tratamentos térmicos pós-polimerização nas restantes propriedades das resinas bis-acrílicas, nomeadamente na discrepância marginal, cor, rugosidade do material e contração de polimerização.

## Conclusões

De acordo com os objetivos propostos e dentro das limitações deste estudo, foram obtidas as seguintes conclusões:

- 1- Observaram-se diferenças entre os valores de resistência à flexão dos dois materiais testados, apresentando o Protemp™ 4 valores superiores aos verificados com o Structur® 3.
- 2- O tipo de tratamento térmico pós-polimerização influenciou os valores de resistência à flexão, tendo o microondas sido mais eficaz que os restantes tratamentos.
- 3- A duração do tratamento térmico pós-polimerização influenciou os valores de resistência à flexão. De um modo geral, o tratamento térmico deverá ser realizado durante 2 minutos
- 4- Foram identificadas diferenças entre os valores de resistência à flexão dos grupos experimentais com tratamento térmico pós-polimerização e o grupo controlo avaliado 30 minutos após o início da mistura, com todos os tratamentos térmicos testados a permitirem obter resistência mais elevada que o grupo controlo.
- 5- Observaram-se diferenças entre os valores de resistência à flexão dos grupos experimentais com tratamento térmico pós-polimerização e o grupo controlo avaliado ao fim de 24 horas. No entanto, apenas o banho de água a 60 °C durante 1 e 2 minutos e o secador 1 minuto para os espécimes fabricados com Structur® 3 não permitiram obter valores semelhantes ou superiores aos obtidos às 24 horas.

## Referências Bibliográficas

1. Gratton DG, Aquilino SA. Interim restorations. *Dent Clin North Am.* 2004;48(2):vii, 487-97.
2. Ogawa T, Tanaka M, Koyano K. Effect of water temperature during polymerization on strength of autopolymerizing resin. *J Prosthet Dent.* 2000;84(2):222-4.
3. Ireland MF, Dixon DL, Breeding LC, Ramp MH. In vitro mechanical property comparison of four resins used for fabrication of provisional fixed restorations. *J Prosthet Dent.* 1998;80(2):158-62.
4. Thompson GA, Luo Q. Contribution of postpolymerization conditioning and storage environments to the mechanical properties of three interim restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2014;112(3):638-48.
5. Schwantz JK, Oliveira-Ogliari A, Meereis CT, Leal FB, Ogliari FA, Moraes RR. Characterization of Bis-Acryl Composite Resins for Provisional Restorations. *Braz Dent J.* 2017;28(3):354-61.
6. Shim JS, Lee JY, Choi YJ, Shin SW, Ryu JJ. Effect of light-curing, pressure, oxygen inhibition, and heat on shear bond strength between bis-acryl provisional restoration and bis-acryl repair materials. *J Adv Prosthodont.* 2015;7(1):47-50.
7. Singh A, Garg S. Comparative Evaluation of Flexural Strength of Provisional Crown and Bridge Materials-An Invitro Study. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(8):ZC72-7.
8. Lee J, Lee S. Evaluation of add-on methods for bis-acryl composite resin interim restorations. *J Prosthet Dent.* 2015;114(4):594-601.
9. Michalakakis K, Pissiotis A, Hirayama H, Kang K, Kafantaris N. Comparison of temperature increase in the pulp chamber during the polymerization of materials used for the direct fabrication of provisional restorations. *J Prosthet Dent.* 2006;96(6):418-23.
10. Henriques IS, B. Arantes-Oliveira, S. Portugal, J. . Influência da técnica de acabamento e do tempo de exposição na estabilidade cromática do bis-acrílico. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilof.* 2014;55(4):220-6.
11. Covey DA, Tahaney SR, Davenport JM. Mechanical properties of heat-treated composite resin restorative materials. *J Prosthet Dent.* 1992;68(3):458-61.
12. Gujjari AK, Bhatnagar VM, Basavaraju RM. Color stability and flexural strength of poly (methyl methacrylate) and bis-acrylic composite based provisional crown and bridge auto-

polymerizing resins exposed to beverages and food dye: an in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2013;24(2):172-7.

13. Nejatidanesh F, Momeni G, Savabi O. Flexural strength of interim resin materials for fixed prosthodontics. *J Prosthodont.* 2009;18(6):507-11.
14. Burns DR, Beck DA, Nelson SK, Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed P. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 2003;90(5):474-97.
15. Lee SY, Lai YL, Hsu TS. Influence of polymerization conditions on monomer elution and microhardness of autopolymerized polymethyl methacrylate resin. *Eur J Oral Sci.* 2002;110(2):179-83.
16. Mei ML, So SYC, Li H, Chu CH. Effect of Heat Treatment on the Physical Properties of Provisional Crowns during Polymerization: An in Vitro Study. *Materials (Basel).* 2015;8(4):1766-77.
17. Kerby RE, Knobloch LA, Sharples S, Peregrina A. Mechanical properties of urethane and bis-acryl interim resin materials. *J Prosthet Dent.* 2013;110(1):21-8.
18. Knobloch LA, Kerby RE, Pulido T, Johnston WM. Relative fracture toughness of bis-acryl interim resin materials. *J Prosthet Dent.* 2011;106(2):118-25.
19. Reis F. Influência do tempo pós-polimerização na resistência à flexão das resinas bis acrílicas: Universidade de Lisboa; 2019.
20. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Vargas MA. Flexural strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent.* 2002;87(2):225-8.
21. Karaokutan I, Sayin G, Kara O. In vitro study of fracture strength of provisional crown materials. *J Adv Prosthodont.* 2015;7(1):27-31.
22. Seo RS, Vergani CE, Giampaolo ET, Pavarina AC, Machado AL. Effect of a post-polymerization treatments on the flexural strength and Vickers hardness of relined and acrylic denture base resins. *J Appl Oral Sci.* 2007;15(6):506-11.
23. Takahashi JM, Machado FM, Nunez JM, Consani RL, Mesquita MF. Relining of prosthesis with auto-polymerizing hard denture relined resins: effect of post-polymerization treatment on flexural strength. *Gerodontology.* 2009;26(3):232-6.
24. Bagis YH, Rueggeberg FA. The effect of post-cure heating on residual, unreacted monomer in a commercial resin composite. *Dent Mater.* 2000;16(4):244-7.

25. Bural C, Aktas E, Deniz G, Unlucerci Y, Kizilcan N, Bayraktar G. Effect of post-polymerization heat-treatments on degree of conversion, leaching residual MMA and in vitro cytotoxicity of autopolymerizing acrylic repair resin. *Dent Mater.* 2011;27(11):1135-43.
26. Durkan R, Gurbuz A, Yilmaz B, Ozel MB, Bagis B. Effect of autoclave postpolymerization treatments on the fracture toughness of autopolymerizing dental acrylic resins. *J Appl Biomater Funct Mater.* 2012;10(1):37-42.
27. Urban VM, Machado AL, Vergani CE, Giampaolo ET, Pavarina AC, de Almeida FG, et al. Effect of water-bath post-polymerization on the mechanical properties, degree of conversion, and leaching of residual compounds of hard chairside reline resins. *Dent Mater.* 2009;25(5):662-71.
28. Vergani CE, Seo RS, Pavarina AC, dos Santos Nunes Reis JM. Flexural strength of autopolymerizing denture reline resins with microwave postpolymerization treatment. *J Prosthet Dent.* 2005;93(6):577-83.
29. Santos M. Effect of thermal treatment on flexural strength of bis-acrylic resin: Universidade de Lisboa; 2018.
30. Balkenhol M, Ferger P, Mautner MC, Wostmann B. Provisional crown and fixed partial denture materials: mechanical properties and degree of conversion. *Dent Mater.* 2007;23(12):1574-83.
31. Poonacha V, Poonacha S, Salagundi B, Rupesh PL, Raghavan R. In vitro comparison of flexural strength and elastic modulus of three provisional crown materials used in fixed prosthodontics. *J Clin Exp Dent.* 2013;5(5):e212-7.
32. Blagojevic V, Murphy VM. Microwave polymerization of denture base materials. A comparative study. *J Oral Rehabil.* 1999;26(10):804-8.
33. Patil PS, Chowdhary R, Mandokar RB. Effect of microwave postpolymerization treatment on residual monomer content and the flexural strength of autopolymerizing reline resin. *Indian J Dent Res.* 2009;20(3):293-7.
34. Urban VM, Machado AL, Oliveira RV, Vergani CE, Pavarina AC, Cass QB. Residual monomer of reline acrylic resins. Effect of water-bath and microwave post-polymerization treatments. *Dent Mater.* 2007;23(3):363-8.

## Apêndices e Anexos



Dados do grupo experimental P4-st30

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	24,8	2,09	2,07	83,08
2	19,1	2,09	2,06	64,61
3	20,6	2,06	2,04	72,09
4	16	2,08	2,03	56,00
5	33,8	2,1	2,06	113,78
6	18,8	2,1	2,09	61,48
7	11,8	2,04	2,02	42,53
8	13,4	2,09	2,06	45,33
9	19,3	2,09	2,05	65,92
10	18,2	2,05	2	66,59
11	28,4	2,07	2,08	95,14
12	23,6	2,05	2,06	81,39
13	26,3	2,05	2,04	92,48
14	20,8	2,05	2,01	75,34
15	23,3	2,05	2,03	82,74

Dados do grupo experimental P4-st24

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	51,8	2,12	1,98	186,98
2	56	2,1	2,1	181,41
3	50,4	2	1,99	190,90
4	50,4	2,06	2,04	176,37
5	48,7	2,05	2,03	172,94
6	47	2,07	2,04	163,68
7	44,6	2,06	2,05	154,55
8	52,2	2,07	2,04	181,79
9	52,7	2,11	2,04	180,05
10	56,9	2,09	2,04	196,26
11	47,5	2,04	2,02	171,19
12	30,3	2,06	2,07	102,98
13	39,8	2,02	2	147,77
14	38	2,04	2	139,71
15	41,7	2,06	2,05	144,50

Dados do grupo experimental P4-m1

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	50	2,06	2,12	162,01
2	43,7	2,06	2,08	147,10
3	57,8	2,08	2,11	187,25
4	30,5	2,12	2,09	98,81
5	79,4	2,12	2,08	259,70
6	53,2	2,08	2,05	182,58
7	38,2	2,09	2,04	131,76
8	39	2,08	2,07	131,27
9	45,6	2,08	2,04	158,04
10	71,4	2,04	2,03	254,80
11	51,5	2,13	2,11	162,92
12	36,3	2,03	2,07	125,20
13	52,6	2,09	2,12	167,99
14	39,3	2,11	2,16	119,76
15	51,8	2,06	2,04	181,27

Dados do grupo experimental P4-m2

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	32,9	2,12	2,1	105,57
2	58,8	2,12	2,06	196,08
3	66	2,11	2,08	216,90
4	56,6	2,05	2,02	202,99
5	57,7	2,07	2,07	195,16
6	49,3	2,15	2,09	157,48
7	75,1	2,11	2,02	261,68
8	55,2	2,12	2,07	182,30
9	74,9	2,09	2,09	246,13
10	54,2	2,13	2,09	174,76
11	74,8	2,11	2,08	245,82
12	67,2	2,11	2,08	220,84
13	64,5	2,13	2,1	206,00
14	59,3	2,1	2,01	209,68
15	69,4	2,12	2,06	231,43

#### Dados do grupo experimental P4-m3

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	59,5	2,07	2,05	205,19
2	55,8	2,07	2,07	188,73
3	57,2	2,05	2,09	191,63
4	72,1	2,05	2,1	239,26
5	51,4	2,05	2,06	177,25
6	70,3	2,02	2,04	250,88
7	80,5	2,1	2,04	276,34
8	79,5	2,02	2,04	283,71
9	61,3	2,09	2,04	211,43
10	67,5	2,08	2,04	233,94
11	70,1	2,04	2,06	242,93
12	55,1	2,08	2,04	190,96
13	54,4	2,06	2,02	194,16
14	69,2	2,04	2	254,41
15	64,9	2,08	2,04	224,93

#### Dados do grupo experimental P4-m4

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	72,7	2,03	2,06	253,18
2	71,7	2,04	2,05	250,90
3	69,2	2,03	2,08	236,38
4	60,1	2,05	2,04	211,34
5	74,2	2,05	2,05	258,38
6	57,7	2,08	2,06	196,11
7	76,5	2,09	2,08	253,81
8	54,1	2,12	2,07	178,67
9	74,6	2,15	2,08	240,60
10	80,2	2,11	2,07	266,12
11	64,1	2,12	2,11	203,74
12	52,6	2,09	2,11	169,59
13	70,2	2,14	2,09	225,30
14	63,7	2,12	2,11	202,47
15	58,7	2,06	2,12	190,20

#### Dados do grupo experimental P4-b1

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	29,2	2,08	2,01	104,24
2	35,4	2,07	2,07	119,73
3	32,1	2,05	2,08	108,58
4	46,7	2,05	2,08	157,96
5	34	2,15	2,07	110,72
6	57,4	2,08	2,14	180,78
7	32,4	2,13	2,13	100,58
8	37,3	2,09	2,05	127,40
9	52,6	2,11	2,1	169,58
10	52,8	2,2	2,21	147,42
11	46,3	2,13	2,27	126,55
12	49,3	2,1	2,21	144,20
13	53,2	2,11	2,13	166,72
14	50,2	2,09	2,18	151,62
15	42,5	2,09	2,06	143,76

#### Dados do grupo experimental P4-b2

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	38	2,13	2,05	127,36
2	51,2	2,04	2,04	180,93
3	56,6	2,09	2,06	191,45
4	53,4	2,12	2,08	174,66
5	34,7	2,14	2,08	112,44
6	44,7	2,04	2	164,34
7	45	2,02	2,01	165,42
8	46,5	2,06	2,11	152,10
9	36,8	2,11	2,05	124,50
10	53,8	2,05	2,09	180,24
11	49,3	2,1	2,1	159,70
12	47,8	2,12	2,1	153,38
13	42,4	2,08	2,14	133,54
14	54,2	2,11	2,08	178,12
15	51,5	2,08	2,07	173,35

Dados do grupo experimental P4-b3

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	50,9	2,05	2,01	184,37
2	45	2,09	2,03	156,75
3	54,7	2,04	2,07	187,73
4	50,9	2,06	2	185,32
5	46,7	2,04	2,02	168,31
6	48,9	2,01	2	182,46
7	56	2,03	2,04	198,86
8	54,8	2	2	205,50
9	57,3	2,05	2,04	201,49
10	40	1,99	2,04	144,90
11	48,3	2,08	2	174,16
12	54,5	2,11	2,08	179,11
13	54,7	2,1	2,07	182,37
14	41,7	2,1	2,06	140,38
15	50,3	2,11	2,05	170,18

Dados do grupo experimental P4-b4

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	55,2	2,05	2,03	196,03
2	39,8	2	2	149,25
3	50,4	2,05	2,1	167,25
4	54,9	2,12	2,08	179,57
5	50,4	2,01	2,06	177,26
6	47,7	2,12	2,07	157,53
7	54,3	2,1	2,05	184,58
8	50	2,11	2,09	162,75
9	41,6	2,06	2,08	140,03
10	54,8	2,08	2,01	195,63
11	58	2,13	2,14	178,38
12	71,6	2,15	2,15	216,13
13	60,7	2,05	2,12	197,64
14	44,6	2,04	2,14	143,22
15	55,5	2,08	2,1	181,51

Dados do grupo experimental P4-s1

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	32,2	2,13	2,08	104,83
2	32,4	2,11	2,09	105,46
3	42	2,06	2,04	146,97
4	38,1	2,14	2,08	123,45
5	35,7	2,13	2,09	115,11
6	54,1	2,08	2,04	187,50
7	41,5	2,04	2,02	149,57
8	61,8	2,14	2,03	210,23
9	40,1	2,03	2,03	143,81
10	51	2,06	2,04	178,47
11	39,3	2,07	2,11	127,93
12	49,7	2,12	2,12	156,48
13	38,5	2,14	2,13	118,96
14	37,6	2,08	2,07	126,56
15	36,8	2,07	2,07	124,47

Dados do grupo experimental P4-s2

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	60,9	2,12	2,06	203,08
2	48,7	2,09	2,03	169,63
3	53	2,12	2,05	178,47
4	61,4	2,14	2,05	204,82
5	72,4	2,1	2,03	250,99
6	48,5	2,07	2,08	162,47
7	49,2	2,08	2,01	175,64
8	48	2,07	2,1	157,74
9	41,1	2,1	2,09	134,42
10	48,1	2,05	2,07	164,28
11	57,3	2,05	2,15	181,40
12	39,4	2,11	2,02	137,29
13	43,6	2,16	2,18	127,42
14	64,3	2,14	2,22	182,90
15	64,2	2,09	2,07	215,06

#### Dados do grupo experimental P4-s3

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	54,2	2,09	2,1	176,42
2	59,2	2,13	2,07	194,59
3	79,1	2,16	2,1	249,12
4	66,3	2,04	2,08	225,36
5	64,9	2,06	2,11	212,29
6	61,4	2,08	2,07	206,67
7	64,2	2,1	2,07	214,04
8	74,8	2,18	2,09	235,65
9	76,1	2,05	2,03	270,25
10	51	2,03	2,08	174,21
11	57,4	2,13	2,09	185,08
12	64,9	2,09	2,05	221,67
13	62,2	2,12	2,06	207,42
14	60,7	2,11	2,04	207,38
15	69,2	2,13	2,13	214,83

#### Dados do grupo experimental P4-s4

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	60,1	2,08	2,07	202,30
2	71,5	2,06	2,05	247,77
3	51,2	2,07	2,1	168,26
4	60,9	2,09	2,04	210,05
5	66,2	2,13	2,08	215,51
6	71,7	2,09	2,08	237,89
7	64,2	2,17	2,13	195,63
8	53,8	2,17	2,12	165,49
9	61,4	2,14	2,07	200,88
10	64,3	2,11	2,09	209,29
11	73,9	2,1	2,1	239,39
12	60,7	2,06	2,12	196,68
13	60	2,09	2,1	195,29
14	54	2,11	2,11	172,45
15	66,4	2,12	2,08	217,18

Dados do grupo experimental S3-st30

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	19,8	2,07	2,09	65,69
2	27,1	2,07	2,03	95,31
3	14,7	2,06	2,06	50,45
4	15,1	2,1	2,09	49,38
5	15,7	2,07	2,04	54,68
6	29,1	2,12	2,07	96,10
7	17,5	2,1	2,07	58,34
8	14,5	2,12	2,09	46,97
9	26,6	2,08	2,08	88,68
10	24,7	2,1	2,12	78,51
11	21,2	2,02	2,1	71,39
12	15,8	2,05	2,1	52,43
13	13,1	2,01	2,05	46,53
14	20	2,07	2,12	64,49
15	29,1	2,1	2,08	96,09

Dados do grupo experimental S3-st24

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	39,5	2,09	2	141,75
2	39,3	1,98	2,08	137,63
3	37	2,04	2,09	124,57
4	43,8	2,09	2,1	142,56
5	41,2	2,03	2,02	149,22
6	55,2	2,1	2,06	185,83
7	42,7	2,06	2,1	141,01
8	45,9	2,05	2,03	163,00
9	33,5	2,05	2,02	120,15
10	47,6	2,03	2,1	159,51
11	31,1	2,05	2,02	111,54
12	46,1	2,07	2,03	162,13
13	47,5	2,05	2,03	168,68
14	36	2,06	2,05	124,75
15	36,1	2,08	2,04	125,11



Dados do grupo experimental S3-m1

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	39,2	2,08	2,04	135,86
2	45,5	2,06	2,07	154,64
3	29,5	2,05	2,05	102,73
4	41,3	2,01	2,03	149,58
5	34,8	2,08	2,04	120,61
6	40,8	2,07	2,02	144,91
7	33,5	2,02	2,02	121,93
8	38,8	2,09	2,04	133,83
9	38,3	2,07	2,06	130,80
10	48	2,02	2,06	167,99
11	39,6	2,03	2	146,31
12	31,8	2,03	2,01	116,32
13	41,8	2,05	2,06	144,15
14	24,1	2,02	2,03	86,86
15	25	2,05	2,02	89,66

Dados do grupo experimental S3-m2

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	24	2,04	2,07	82,37
2	43,8	2,03	2,07	151,06
3	48	2,06	2,06	164,73
4	39,9	2,01	2,09	136,33
5	50	2,04	2,08	169,96
6	36,6	2,06	2,06	125,60
7	42,7	2,09	2,05	145,85
8	38	2,06	2,03	134,29
9	44,1	2,09	2,06	149,17
10	37,8	2,05	2,06	130,35
11	31,3	2,07	2,11	101,89
12	54	2,04	2,12	176,69
13	44,2	2,08	2,11	143,19
14	50,5	2,1	2,11	162,04
15	42,7	2,07	2,13	136,40

### Dados do grupo experimental S3-m3

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	48,4	2,04	2,05	169,37
2	47	2,1	2,08	155,19
3	43,7	2,05	2,08	147,82
4	45,3	2,06	2,09	151,03
5	27,4	2,06	2,09	91,35
6	45,9	2,06	2,06	157,52
7	39,9	2,06	2,06	136,93
8	47,7	2,07	2,06	162,91
9	48,8	2,1	2,05	165,89
10	47,4	2,06	2,09	158,03
11	42,6	2,09	2,04	146,93
12	51,5	2,03	2,06	179,35
13	50,1	2,05	2,07	171,11
14	40,2	2,04	2,05	140,67
15	47,3	2,04	2,06	163,91

### Dados do grupo experimental S3-m4

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	41,4	2,06	2,04	144,88
2	46,1	2,04	2,05	161,32
3	41,2	2,05	2,05	143,47
4	34,2	2,02	2,05	120,86
5	41,6	2,04	2,07	142,77
6	41,9	2,04	2,1	139,72
7	50,8	2,08	2,07	170,99
8	53,3	2,07	2,06	182,03
9	52,2	2,09	2,07	174,87
10	45,9	2,03	2,07	158,31
11	27,3	2,04	2,07	93,69
12	50,3	2,07	2,1	165,30
13	43,8	2,11	2,07	145,34
14	48	1,99	2,06	170,52
15	46,4	2,02	2,09	157,76

Dados do grupo experimental S3-b1

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	39	2,04	2,08	132,57
2	35,9	2,06	2,02	128,13
3	26,3	2,14	2,09	84,41
4	37,5	2,12	2,1	120,33
5	36,1	2,09	2,1	117,50
6	26,7	2,08	2,07	89,87
7	36,6	2,1	2,05	124,42
8	23	2,11	2,03	79,36
9	25,1	2,1	2,07	83,68
10	36,3	2,11	2,11	115,93
11	26,5	2,07	2,03	93,20
12	20,8	2,08	2,04	72,09
13	27,8	2,08	2,06	94,49
14	22,9	2,08	2,08	76,34
15	27	2,11	2,07	89,59

Dados do grupo experimental S3-b2

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	32	2,06	2	116,50
2	30,3	2,09	2	108,73
3	34,5	2,11	2,07	114,48
4	30,6	2,1	2,05	104,02
5	22,3	2,11	2,04	76,19
6	38,2	2,07	2,02	135,68
7	27	2,02	2	100,25
8	31	2,08	2,04	107,44
9	26,3	2,04	2,02	94,79
10	28,4	2,01	2,01	104,92
11	30,7	2,13	2,06	101,89
12	35,2	2,1	2,08	116,23
13	29,9	2,12	2,07	98,75
14	39	2,11	2,11	124,55
15	30,3	2,08	2,1	99,10

Dados do grupo experimental S3-b3

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	38,4	1,96	1,96	153,00
2	37,7	1,98	2,01	141,39
3	39,3	2,05	2,05	136,85
4	39,2	2,01	2,05	139,22
5	31,8	2,01	2,07	110,77
6	35,6	2,05	2,07	121,58
7	42,2	2,06	2,05	146,24
8	36,4	2,06	2,07	123,71
9	39,7	2,1	2,08	131,09
10	36,4	2,08	2,05	124,93
11	39,6	2,04	2,05	138,57
12	42,2	2,06	2,06	144,82
13	27,7	2,06	2,05	95,99
14	34,1	2,07	2,06	116,46
15	32,6	2,06	2,07	110,80

Dados do grupo experimental S3-b4

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	49,4	2,11	2,07	163,92
2	39	2,05	2,1	129,42
3	45,6	2,03	2,05	160,35
4	40,3	2,11	2,09	131,18
5	39,3	2,11	2,1	126,70
6	34,7	2,06	2,03	122,63
7	46,2	2,07	2,05	159,33
8	31,9	2,1	2,07	106,35
9	30,9	2,08	2,02	109,22
10	42,6	2,06	2,03	150,55
11	33,3	2,04	2,05	116,53
12	35,2	2,05	2,08	119,06
13	43,5	2,04	2,06	150,75
14	41,6	2,01	2,08	143,51
15	28,4	2,03	2,07	97,95

Dados do grupo experimental S3-s1

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	34,9	2,02	2,09	118,66
2	40,3	2,11	2,1	129,93
3	40,6	2,06	2,09	135,36
4	31	2,02	2,09	105,40
5	27	2,1	2,06	90,89
6	43,9	2,06	2,04	153,62
7	33,7	2,1	2,11	108,14
8	21,9	2,09	2,08	72,66
9	30,8	2,1	2,1	99,77
10	26,4	2,07	2,08	88,44
11	32,1	2,05	2,1	106,52
12	36,4	2,09	2,08	120,77
13	38,1	2,06	2,01	137,34
14	27,8	2,08	2,08	92,68
15	39	2,04	2,07	133,85

Dados do grupo experimental S3-s2

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	49,2	2,1	2,06	165,63
2	37,2	2,05	2,01	134,75
3	45	2,08	2,04	155,96
4	39,4	2,04	2,04	139,23
5	43	2,07	2,07	145,44
6	43,5	2,07	2,08	145,72
7	41,7	2,07	2,04	145,22
8	42	2,08	2,07	141,37
9	29,5	2,08	2,06	100,26
10	37,2	2,07	2,07	125,82
11	43,8	2,07	2,1	143,94
12	41,3	2,1	2,05	140,39
13	30,1	2,03	2,02	109,02
14	37,8	2,07	2,07	127,85
15	29,4	2,1	2,09	96,15

### Dados do grupo experimental S3-s3

n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	40,2	2,06	2,03	142,07
2	38,8	2,06	2,06	133,15
3	30,7	2,09	2,09	100,88
4	46,9	2,1	2,03	162,59
5	38,1	2,06	2,06	130,75
6	36,3	2,1	2,1	117,59
7	44,5	2,1	2,06	149,81
8	31,2	2,06	2,07	106,04
9	43,2	2,09	2,06	146,12
10	38,8	2,11	2,05	131,27
11	31,8	2,1	2,07	106,02
12	32,1	2,04	2,11	106,03
13	42,7	2,03	2,1	143,09
14	38	2,1	2,11	121,93
15	45,5	2,05	2,11	149,56

### Dados do grupo experimental S3-s4


n	Carga (N)	Largura (mm)	Altura (mm)	Resistência à flexão (MPa)
1	49,7	2,04	2,05	173,92
2	40,3	2,08	2,09	133,07
3	43	2,1	2,08	141,99
4	45,3	2,07	2,05	156,22
5	38,6	2,1	2,1	125,04
6	37,5	2,11	2,07	124,43
7	45,2	2,08	2,08	150,68
8	41,2	2,14	2,08	133,50
9	33,1	2,09	2,08	109,82
10	42,8	2,09	2,09	140,65
11	25,7	2,01	2,08	88,66
12	52,5	2,11	2,11	167,66
13	43,8	2	2,06	154,82
14	40	2,09	2,11	128,96
15	21,9	2,06	2,06	75,16

## Instruções de utilização (Protemp™ 4)

**3M ESPE**

# Protemp® 4

- (🌐) TempORIZATION MATERIAL
- (☞) Temporäres Kronen- und Brückenmaterial
- (🇧🇪) Matériau provisoire
- (Ⓐ) Composito per la realizzazione di provisorio
- (🇮🇹) Material para provisionalización
- (🇵🇹) Material de temporização



---

Instructions for use  
**Gebrauchsinformation**  
Model d'emploi

**3M ESPE**  
Dental Products Division  
P.O. Box 1000  
14153 Nuremberg - Germany

**3M ESPE**  
Klinikum für Zahnärztliche Prothetik  
St. Pauli, MiL 5544-1000 U.S.A.

3M, ESPE, Filtek and Vita are trademarks of 3M Company.  
Protemp and TempBond are registered trademarks of 3M Company.  
Under license from C&S © 2012, 3M. All rights reserved.

---

(ENGLISH)

### Product Description

Protemp® 4 is a composite material for the fabrication of temporary restorations. Based on multi-functional methacrylate esters, this two-component system has filling material like properties and is available in the following shades: A1, A2, A3, A3.5, B's; Black, With the Garant® Dispenser, the material can be applied directly on the cartridge without causing any bubbles to form. Protemp® 4 temporary restorations can be modified and individualized using low-viscosity composites (e.g., from the Filtek® Flowable Composite product line).

\* Not available in all countries.

For details on all mentioned products, please refer to the corresponding instructions for use. Instructions for Use should not be discarded for the duration of product use.

### Indications:

- Fabrication of temporary crowns, bridges, inlays, onlays, and veneers
- Construction of long-lasting temporary restorations
- Lining material for prefabricated temporary crowns made of composite (e.g., Protemp®, Crownal® and Meta-lite®; Iso-form crowns)

### Precautionary Measures

#### For Patients:

This product contains substances that may cause an allergic reaction by skin contact or in certain individuals. Avoid use of this product in patients with known acrylates and/or peroxide allergies. If prolonged contact with oral soft tissue occurs, flush with large amounts of water. If allergic drug reactions occur, seek medical attention as needed, remove the product if necessary and discontinue future use.

#### For Dental Personnel:

The product contains substances that may cause an allergic reaction by skin contact in certain individuals. To reduce the risk of allergic reactions, minimize exposure to these materials. In particular, avoid exposure to aerosol particles. If skin contact occurs, wash skin with soap and water. The use of protective gloves and a no-touch technique is recommended. Acrylicates may penetrate through the surface of the dental restoration; therefore, always wear eye protection, gash the glass, wash the hands immediately with soap and water, and then re-glove. Always wear appropriate clothing and shoe coverings during work.

3M MSDSs can be obtained at [www.3m.com](#), or from your local subsidiary.

### Preparatory Work

- To take alginate, silicone, or polyether impression from the intact root of – instead of an impression, a laboratory-made vacuum-formed template or, for single crown and a preformed crown can be used for shaping.
- To ensure the integrity of the temporary restoration, remove interproximal granules in the impression. If required due to tight fitting conditions, enlarge the preparation by hand filing.
- For easy replacement in the mouth, relieve undercuts.
- Setting of the tooth mold or its further processing: cut away inside the impression to prepare a stable, bar-shaped connection in the temporary restoration.
- Remove prior to taking the impression close any gaps between teeth and denture teeth acting as supports; interlock multiple denture teeth with wax.

### Times

Time	Action
00:00–00:40 min sec	Place Protemp® 4 into the impression or into the mats/mold(s) and replace in the mouth
00:40–01:40 min sec	Setting of the matrix or its further processing
01:40–02:50 min sec	Best point in time for removal of the impression or of the mats/mold(s)
Up to 05:00 min sec	Removal of the temporary restoration from the impression or from the mats/mold(s), finishing
From 05:00 min sec	The above processing times are applicable to products which have been stored and pressed in the temperature of 22 °C (72 °F) and of 50% relative humidity. Higher temperatures shorten these times, while lower temperatures extend them. Refer to the matrix or to the mats/mold(s) setting times; in case of the sets of the workpiece increases, the setting accelerates.

### Dosing and Mixing

The cartridges are dosed and statically mixed in the Garant dispenser.

Use the enclosed original Garant® Mixing Tips Blue only!

### During the initial dosing

- Remove and discard the opening lid.** Under no circumstances should the mixing tip be inserted into the cartridge as this could result in the inclusion of air bubbles.
- Discard the excess paste.** The bridge openings are free from obstruction and removing obstructing material, if any, with a suitable instrument.
- Before the mixing tip is applied for the first time, squeeze paste onto a moistened card with the base and cabinet pastes are at the same level. Discard the paste which has been squeezed out.

### Application

- Prior to application, insert a certain amount of time to emerge from the newly attached mixing tip. The flow of material is interrupted as soon as the pressure on the mixing tip is released. Material will remain in the mixing tip; it must not be extruded by force, as this may damage both the cartridge and the mixing tip. Cure build-ups, which are fabricated using composites, composites, or resin-modified ultraviolet curing light. They must be sealed off before the application of Protemp® 4, e.g., using Vaseline.
- Prior to each application, adhere a small (pin-size) amount of paste from the mixing tip onto a mixing pad and discard this material.
- Apply the desired thickness of impression or vacuum-formed template in the relevant spaces from the top formed template.
- Position the thin film-shaped template in the mouth on the root.
- If the material adheres a hard elastic consistency within 1 min 40 sec after the placement of the sheet impression or vacuum-formed template, additional material must be removed from the mats/mold within 2 min 50 sec after the onset of polymerization.
- Check the setting process by observing the excess material in the mouth on the mixing tip.
- After the fillet molding up to the cartridge to serve as a closure until the next use.

### Finishing

- Primarily remove the oxygen inhibition layer using alcohol (e.g., ethanol) once the material is completely cured and not earlier than 5 minutes after the placement of the casting.
- Polish the finished castings with fine-grained polishing discs.
- If the patient has cured completely, remove any residues.
- If necessary, finish and polish the temporary restoration using fine carbide burs.
- Do not breathe polishing dust. Use proper protective device, safety glasses

#### Individualization/Shape Correction

Using a Ritek Flowable Composite and Protemp™ 4 for custom-shaping and shape correction, there usually is no need for a bonding agent. If you intend to use other products, please refer to the pertinent manufacturer's instructions for use.

### Compatible Products

- Flowable composites, e.g., from the Filtek™ Flowable Composite product line: A1, A2, A3, A3.5, B2, XW (Bleach)
  - Please comply with the corresponding instructions for Use!
- ProTemp™ 4
  - Processing: please refer to the information provided under "Application" and "Curing/Finishing".

#### Application of a Filtek Flowable Composite to New Temporary

In newly manufactured temporary restorations, the Filtek Flowable Composite can be applied either to the finished surface or the unprocessed, but clean,

- ▶ Remove any contamination – e.g., from saliva or polishing dust – with alcohol, then dry with a stream of air. Cleaning is not necessary if the inhibitor layer is clean or if the temporary restoration is finished and clean.
- ▶ For reasons of hygiene, dose the Filtek Flowable Composite from the dispenser onto a mixing pad.
- ▶ Apply the composite to the temporary restoration in layers of maximally 1 mm, using a suitable instrument.
- ▶ Light cure each layer for approximately for 20 sec.
- ▶ Trim the composite with carbide burs and polish, e.g., with Sof-Lex® polishing disks.

### Application of a Filtek Flowable Composite to Temporary Restorations

► Thoroughly roughen the surface of the temporary restoration with rotary instruments.

- Remove any contamination – e.g. from saliva or polishing dust – with alcohol, then dry the restoration with a stream of air.
- For reasons of hygiene, dose the Filtek Flowable Composite from the Dispenser onto a mixing pad.
- Apply the composite to the temporary restoration in layers of maximally 1 mm using a suitable instrument.
- Light-cure each layer separately for 20 sec.
- Trim the composite with carbide burs and polish, e.g. with Sof-Lex™ polishing discs.

### Lining of Prefabricated, Temporary Crowns Made of Composite and Metal

Core build-ups which are fabricated using composites, compomers, or resin-modified glass-ionomer cements must be sealed off before the application of Protemp™ 4, e.g., using Vaseline.

- Shape and cure prefabricated, temporary composite crowns (e.g., Protemp® Crown) completely
  - Please comply with the corresponding instructions for Use!
- Remove any contamination – e.g., from saliva or polishing dust – with alcohol swabs, then dry with a stream of air.
- Apply ProTemp® 4 to the prefabricated, temporary crown; see "Application".
- Place the prefabricated crown on the prepared tooth/bridge.
- The material attains a hard-elastic consistency within 1 min 40 sec; after the onset of mixing and must be removed, along with the prefabricated crown, from the tooth/bridge within 2 min 50 sec; after the onset of mixing.
- Check the setting process by observing the residue in the mouth or in the matrix mold.
- Keep the filed mixing tip on the cartridge to serve as a closure until the next use.
- Remove the polymerization bulb and finish the residues; see "Enrichment".

### Cementation

- ▶ If the prepared tooth or restoration has been sealed off (e.g., using Vaseline), remove the rest of the sealant thoroughly before the temporary cementation.
- ▶ Insert the temporary restoration with a commercial temporary cement, e.g., RelyX™ Temp E or RelyX™ Temp NE. If the application is used as a long-lasting temporary restoration, we recommend using a stronger cement such as RelyX™ Unifast 2.

- Eugenol-containing cements may impair the setting of composite luting cements to be used at a later time in the final luting step! If a composite cement is to be used for the final luting step, seat the temporary restora-

## tion with a eug

- After Cementation**
- ▶ Thoroughly examine and explore the sulcus and surrounding dentition.
  - Remove any residuals of the temporary material or cement from the mouth.

### Fabrication of a Te

- ### Model Preparation
- Take an impression to prepare an unswayed work model. If necessary use a wax-up (wax model). Prepare a silicone matrix using a laboratory silicone.
  - Remove the matrix and wax-up from the model, e.g. using a steam cleaner or boiling water.
  - Use of a suitable dental wax to block out the undercuts on the work model will make the removal of the temporary restoration from the model easier. Apply a thin layer of wax to the dies. In addition, as necessary, cut out individual grooves and constriction in the gingiva area in the matrix.
  - Treat the model with a suitable plaster composite isolation in accordance with the applicable instructions for use.

### Preparation of the Temporary Restoration

- **Preparation of the Temporary Restoration**
  - ▶ Install a new mixing tip.
  - ▶ Prior to each application, extrude a small (pea-sized) amount of paste from the mixing tip onto a mixing pad and discard this material.
  - ▶ Subsequently load the dried impression/matrix in the relevant spaces from the bottom up.
  - ▶ Reposition the impression/matrix or the vacuum-formed template on the model.
  - ▶ The material attains a hard-elastic consistency within 1 min 40 sec after the onset of mixing. The material and the impression/matrix or vacuum-formed template must be removed from the model within 2 min 50 sec after the onset of mixing.
  - ▶ Check the setting process by observing the excess material on the matrix/ model.
  - ▶ Do not wait until the temporary restoration has hardened completely before removing it (see 'Times').
  - ▶ Keep the fixed mixing tip on the cartridge to serve as a closure until the next

### Finishing the Temporary Restoration

- To obtain an optimal composite surface, leave the temporary restoration in the matrix for at least 5 min (after start of mixing), then remove the matrix.
- Use alcohol (e.g., ethanol) to completely remove the oxygen inhibition layer in order to obtain a smooth, shiny surface.

Pretemp 4 does not require any additional

excessive shrinkage. **Do not use heat, pressure, or light for any additional curing of the temporary restoration.**

**Note:** Colored occlusal spray can cause discoloration of the temporomandibular joint.

Note: Colored occlusal restoration!

- Storage and Transport**
- Ensure optimal fit of the temporary restoration by placing it on the model and transportation it on the model

## Repair

- Repair**
- ▶ Provide for mechanical and chemical retention by roughening the break surfaces and adjacent areas.
  - ▶ Clean with alcohol and dry with air.
  - ▶ Join together using Protemp™ 4 or a Filtek Flowable Composite.
  - ▶ Cure Protemp™ 4 or the Filtek Flowable Composite as described in the relevant instructions for Use.
  - ▶ Once the material is fully set, finish as usual. When repaired with Protemp 4, wait 10–15 min before loading.

### Cleaning of the Garant Dispenser

- ▶ Remove the Garant™ cartridge.
- ▶ Remove paste that has not set using an alcohol-soaked tissue.
- ▶ The dispenser handle and plunger can be autoclaved up to a temperature of 135°C/275°F; remove the plunger beforehand.
- ▶ Glutaraldehyde-based solutions can be used for disinfection.

### Storage and Stability

**Storage and Stability**  
Store the product at 15-25° C/59-77° F.

Do not store in the refrigerator.  
Do not use after the expiration date.

**Customer Information**  
No person is authorized to provide any information which originates from the

No person is authorized to  
information provided in the

**Warranty**  
3M Deutschland GmbH warrants this product will be free from defects in materials

## and manu-

INCLUDING ANY IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. User is responsible for determining the suitability of the product for user's application. If this product is defective within the warranty period, your exclusive remedy and 3M Deutschland GmbH's sole obligation shall be repair or replacement of the 3M Deutschland GmbH product.

#### Limitation of Liability

**Limitation of Liability**  
Except where prohibited by law, 3M Deutschland GmbH will not be liable for any loss or damage arising from this product, whether direct, indirect, special,

## Instruções de utilização (Structur® 3)

**VOCO**

**USA**

**Structur® 3**

CE 0482

Carefully read instructions prior to use

### Product description:

**Structur 3** is a cold-polymerizing paste-paste system based on multifunctional methacrylic acid esters for the fabrication of temporary restorations.

### Shades:

**Structur 3** in the cartridge: A1, A2, A3, A3.5, B1, B3, C2, BL.

**Structur 3** in the QuickMix syringe: A1, A2, A3, B1

### Indications:

- Fabrication of temporary crowns, bridges, inlays, onlays, partial crowns, veneers and temporary posts
- Fabrication of long-term temporary restorations
- Rebasement of prefabricated temporary crowns made of composite, polycarbonate or metal

### Contraindications:

**Structur 3** contains methacrylates, amines, terpenes, benzoyl peroxide, BHT and should not be applied in cases of known allergies to these ingredients.

### Type of application:

#### Preparation:

#### Structur 3 in the cartridge:

Insert **Structur 3** cartridge into the **VOCO** dispenser (type 2) or a comparable dispenser. For technical reasons, there may be slight differences in the filling levels of the two cartridge chambers prior to initial use. In this case, remove the cartridge cap and carefully squeeze the material out until it is delivered evenly from both openings. Then attach a type 6 mixing tip and lock with a 90° turn clockwise. The material is extruded by pressing the lever and is automatically mixed in the correct ratio. After use, do not remove the mixing tip from the cartridge. Do not replace the used mixing tip with a new one until immediately before the next application. When changing the mixing tips, check the openings of the cartridge to ensure that the material can flow freely.

#### Structur 3 in the QuickMix syringe:

Remove the cap from the syringe by turning it anti-clockwise. Attach a type 10 mixing tip. The slots on the syringe and the mixing tip must correspond. The mixing tip is fixed by rotating it clockwise through 90°. The material is automatically mixed in the correct ratio in the tip as it is dispensed and can be applied immediately. All QM syringes come with a detachable piston. The piston can easily be pulled backwards out of the syringe and then reinserted. The seals in the syringe do not change their position while this is being done. This prevents cross-contamination of the material in the syringe.

### Processing directions:

First level out any undercuts in the preparation using a non-eugenol cement. Take an impression if not using prefabricated dental copings or similar restorative materials.

Prepare the impression by leveling undercuts and cutting drainage channels. If the wall thickness of the temporary restoration is expected to be too thin, enlarge the impression, paying particular attention to removing the septums in the interdental embrasures. In case of gaps in the molar region, cut a groove in the impression to maintain a stable, bar-shaped connection in the temporary restoration.

Then clean and air dry the impression.

Apply **Structur 3** directly into the impression, applying the material initially to the occlusal surfaces of the impression and filling up towards the gingival areas. To prevent the formation of bubbles during application, always keep the opening of the mixing tip immersed in the material. Insert the impression into the mouth no later than 30 seconds after commencement of mixing.

Remove the temporary restoration from the mouth during the elastic phase i.e. within 1 to 1.5 minutes after beginning to mix.

The setting process should additionally be monitored by observing the excess material in the mouth.

The setting time of material (in mixing tips) that has not been used cannot be compared to the setting time of the material in the mouth.

The working times at a room temperature of 23 °C and 50% humidity are as follows:

mins	mins	mins	mins	mins
0:00	0:30	1:00	1:30	4:00
application in the mouth	setting in the mouth	removal	complete setting	finishing

Different room temperatures may result in variations from the above times. Higher temperatures shorten and lower temperatures extend these times.

### Finishing:

Extract the temporary restoration from the impression after 4 minutes at the earliest and completely remove the inhibition layer, caused by oxygen in the air, by wiping with alcohol (e.g. ethanol).

Then carefully grind any excess material and rough areas near the gingiva.

If necessary, finish the temporary restoration with fine, cross-cut carbide burs.

If required, polish the temporary restoration manually (e.g. with a rubber polisher, fine sand-paper or goat hair brush).

### Luting:

Carefully clean and dry the core, if necessary removing any insulating material. Attach the finished temporary restorations with a temporary luting cement.

Eugenol cements can inhibit the setting of luting composites that may be used later at the permanent luting stage. If a luting composite is to be used for permanent luting, attach the temporary restoration with a eugenol-free cement.

### Repairs, rebasing and customizing:

The following procedures are recommended for customisation, repairs or rebasing:

Repair of defective temporary restorations:

- **Air bubbles:** fill with **Structur 3**.

- **In the case of a fracture of a newly made temporary restoration:** re-connect the fracture with freshly mixed **Structur 3**.

- **Repair of temporary restorations that have already been worn:**

Roughen the fracture with a bur and place undercuts. Apply bond (e.g. **Solobond Plus Adhesive**) to the prepared fractures and cure according to the respective instructions for use.

Apply a flowable material to the prepared areas (**GrandioSO Flow** is suitable for this purpose because it provides optimum shade matching). Reassemble the fractured pieces and cure according to the instructions for use.

### Customization:

Apply a flowable material (e.g. **GrandioSO Flow**) in the required shade to the freshly prepared temporary restoration and then cure and finish according to the instructions for use.

### Rebasing prefabricated temporary crowns:

- Apply **Structur 3** to the prefabricated, temporary crown, following the respective manufacturer's instructions for use.

- Place the prefabricated crown on the prepared core.

- Remove the prefabricated crown from the mouth during the elastic phase, i.e. 1 to 1.5 minutes after commencement of mixing.

- In addition, monitor the setting process by observing the excess material in the mouth. The setting time of material (in mixing tips) that has not been used **cannot** be compared to the setting time in the mouth.

- Remove excess material after 4 minutes at the earliest and finish.

### Indications/precautions:

- Do not inhale the dust created during the finishing of the temporary restoration. Wear a mask and protective goggles and use an extraction system.

- Before the temporary restorations are made, the prepared cores can be insulated to prevent hypersensitivity (by using fluoride varnishes, core varnishes and the like).

- Ensure that methacrylate-based linings and core build-ups (e.g. composites, compomers, Omocer®, resin-reinforced glass ionomer cement) are adequately insulated (e.g. with glycerine) to prevent the temporary restoration becoming bonded to the core build-up.

- Inadequate hygiene or the intensive use of certain mouth rinses may lead to shade variations.

- Do not start to finish the temporary restoration until the material has completely set (approximately 4 minutes after commencement of mixing).

- If necessary, (in the case of a long-term temporary restoration) the temporary restoration should be checked and, where required, replaced.

### Storage:

Store at temperatures of 4 °C to 23 °C. Store cartridges protected from light i.e. in closed packages, drawers etc.

Do not use after expiration date.

### Product Ordering Information:

Intro kit 50ml cartridge A2, mixing tips type 6, dispenser type 2	REF 2500
Intro kit 50ml cartridge A3, mixing tips type 6, dispenser type 2	REF 2501
pack, shade A1 50ml cartridge, mixing tips type 6	REF 2503
pack, shade A2 50ml cartridge, mixing tips type 6	REF 2504
pack, shade A3 50ml cartridge, mixing tips type 6	REF 2505
pack, shade A3.5 50ml cartridge, mixing tips type 6	REF 2506
pack, shade B1 50ml cartridge, mixing tips type 6	REF 2507
pack, shade B3 50ml cartridge, mixing tips type 6	REF 2508
pack, shade C2 50ml cartridge, mixing tips type 6	REF 2509
pack, shade BL 50ml cartridge, mixing tips type 6	REF 2510
bulk pack, shade A2 5 x 50ml cartridges, mixing tips type 6	REF 2512
bulk pack, shade A3 5 x 50ml cartridges, mixing tips type 6	REF 2513
mixing tips for <b>Structur 3</b> , 50 pieces, type 6	REF 2185
dispenser type 2	REF 2158
pack, shade A1 5ml QuickMix syringe, mixing tips type 10	REF 2515
pack, shade A2 5ml QuickMix syringe, mixing tips type 10	REF 2516
pack, shade A3 5ml QuickMix syringe, mixing tips type 10	REF 2517
pack, shade B1 5ml QuickMix syringe, mixing tips type 10	REF 2518
mixing tips for <b>Structur 3</b> , 50 pieces, type 10	REF 2189

This material has been developed solely for use in dentistry. Processing should be done strictly according to the instructions for use. VOCO recognizes its responsibility to replace products if proven to be defective. VOCO does not accept liability for any damage or loss, directly or indirectly, stemming from the use of or inability to use the products described. Before using, it is the responsibility of the user to determine the suitability of the product for its intended use. The user assumes all risk and liability in connection therewith. Descriptions and data constitute no warranty of attributes and are not binding.

**CAUTION: U.S. Federal Laws restrict this device to sale by or on the order of a dentist.**

No person is authorized to provide any information which deviates from the information provided in the instructions for use.

For questions or comments, please call 1-888-658-2584.

**Keep this material out of reach of children.**

**For dental use only.**

manufactured by:

VOCO GmbH  
Anton-Flettner-Str. 1-3  
27472 Cuxhaven  
Germany  
Phone +49 (4721) 719-0  
Fax +49 (4721) 719-140  
e-mail: marketing@voco.com  
www.voco.com

**VOCO**

VC 60 002500 US 01 12 99 © by VOCO